Ergebnisse*)

der

in dem Atlantischen Ocean

von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung.

Auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

Victor Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Bd. I. A. Reisebeschreibung von Prof. Dr. O. Krümmel, nebst Anfügungen einiger Vorberichte über die Untersuchungen.
B. Methodik der Untersuchungen von Prof. Dr. V. Hensen.
C. Geophysikalische Beobachtungen v. Prof. Dr. O. Krümmel.
Bd. II. D. Fische von Dr. G. Pfeffer.
E. a. A. Thaliaceen von M. Traustedt.
B. Vertheilung der Salpen von Dr. C. Apstein.
C. Vertheilung der Doliolen von Dr. A. Borgert.
b. Pyrosomen von Dr. O. Seeliger.
c. Appendicularien von Dr. H. Lohmann.
F. a. Cephalopoden von Dr. Pfeffer.
b. Pteropoden von Dr. P. Schiemenz.
c. Heteropoden von demselben.
d. Gastropoden mit Ausschluss der Heteropoden und Pteropoden von Prof. Dr. H. Simroth.
e. Acephalen von demselben.
f. Brachiopoden von demselben.
G. a. α. Halobatiden von Prof. Dr. Fr. Dahl.
β. Halacarinen von Dr. Lohmann.
b. Decapoden und Schizopoden von Dr. A. Ortmann.
c. Isopoden, Cumaceen u. Stomatopoden v. Dr. H. J. Hansen.
d. Phyllopoden und Cirripeden von demselben.
e. Ostracoden von demselben.
f. Amphipoden von Prof. Dr. Fr. Dahl.
g. Copepoden von demselben.
H. a. Rotatorien von Prof. Dr. Zelinka, Graz.
b. Alciopiden und Tomopteriden von Dr. C. Apstein.
c. Pelagische Phyllodociden und Typhloscoleciden von Dr. J. Reibisch.
d. Wurmlarven von Dr. C. Apstein.
e. Sagitten von Prof. Dr. K. Brandt.
f. Turbellarien mit Ausnahme von T. acoela von Prof. Dr. A. Lang.
g. Turbellaria acoela von Dr. L. Böhmig.
J. Echinodermenlarven von Th. Mortensen (Assistent der dänischen biologischen Station).
K. a. Ctenophoren von Prof. Dr. C. Chun.
b. Siphonophoren von demselben.
c. Craspedote Medusen von Dr. O. Maas.
d. Akalephen von Dr. E. Vanhöffen.
e. Anthozoen von Prof. Dr. E. van Beneden.
Bd. III. L. a. Tintinnen von Prof. Dr. Brandt.
b. Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten von Dr. Rhumbler.
c. Foraminiferen von demselben.
d. Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien von Prof. Dr. Brandt.
e. Spumellarien von Dr. F. Dreyer.
f. Akantharien von Prof. Dr. Brandt.
g. Monopylarien von demselben.
h. Tripylarien von Dr. Borgert.
i. Taxopoden und neue Protozoen-Abtheilungen von Prof. Dr. Brandt.
Bd. IV. M. a. A. Peridineen, allgemeiner Theil v. Prof. Dr. F. Schütt.
B. Specieller Theil von Prof. Dr. F. Schütt.
b. Dictyocheen von Dr. Borgert.
c. Pyrocysteen von Prof. Dr. Brandt.
d. Bacillariaceen von Prof. Dr. Schütt.
e. Halosphaereen von demselben.
f. Schizophyceen v. Prof. Dr. N. Willen, Prof. Dr. Schütt.
g. Bakterien des Meeres von Prof. Dr. B. Fischer.
N. Cysten, Eier und Larven von Dr. Lohmann.
Bd. V. O. Uebersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen, redigirt von Prof. Dr. Hensen.
P. Oceanographie des Atlantischen Oceans unter Berücksichtigung obiger Resultate von Prof. Dr. Krümmel unter Mitwirkung von Prof. Dr. Hensen.
Q. Gesammt-Register zum ganzen Werk.

*) Die unterstrichenen Theile sind bis jetzt (Nov. 1895) erschienen.

Die Pyrosomen

der

Plankton-Expedition.

Von

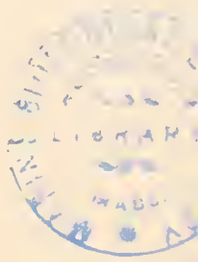
Oswald Seeliger.

Mit 6 Tafeln, 1 Karte und 2 Figuren im Text.

KIEL UND LEIPZIG.
VERLAG VON LIPSIUS & TISCHER.
1895.

MBL/WHOI
0 0301 0053648 8

Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung.
Bd. II. E. b.



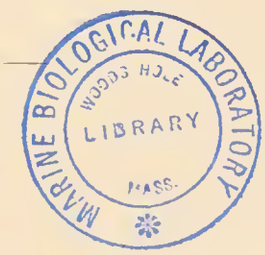
Die

Pyrosomen der Plankton-Expedition.

Von

Oswald Seeliger.

Mit 6 Tafeln, 1 Karte und 2 Figuren im Text.



Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1895.

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE MASS.

Das Material an Pyrosomen, das mir zur Untersuchung übergeben wurde, bestand aus 1025 zum allergrössten Theil noch jugendlichen Stöcken. Unter diesen befanden sich zahlreich die bisher nur selten beobachteten Stadien, welche unmittelbar nach der Geburt des sogenannten Embryos auftreten und die ersten Bildungsvorgänge der Kolonie aus den vier ersten Ascidiozooiden betreffen. Einige solcher jungen Stöckchen waren bereits im Jahre 1887 von Chun und Brandt in beträchtlichen Tiefen des Mittelmeeres gefischt worden und wurden später von mir (**30**) beschrieben. Die ausserordentlich geringe Zahl dieser Jugendformen, die nur auf wenigen verschiedenen Entwicklungsstadien standen, machte es mir damals unmöglich, manche wichtige Fragen, so im besonderen das erste Auftreten und die Entwicklung des Zwitterapparates im Stock, in überzeugender Weise klar zu legen. Das reiche Material der Plankton-Expedition gestattete mir leicht, diese Lücken in unseren Kenntnissen der Pyrosomenentwicklung auszufüllen. Ich habe bereits an einem anderen Orte (**31**) meine Befunde, insoweit sie die eben erwähnte Frage betreffen, veröffentlicht und werde daher in der vorliegenden Untersuchung auf die Bildungsweise der Geschlechtsorgane in den ersten Ascidiozooiden nicht mehr zurückkommen.

Noch in anderen Beziehungen erwies sich das Planktonmaterial geeignet, unsere Kenntnisse über Pyrosomen zu erweitern und zu vertiefen.

Zunächst in anatomisch-histologischer Hinsicht. Obwohl bei der Konservirung ausnahmslos in der Weise verfahren wurde, dass einfach die ganzen, uneröffneten Stöcke in die Konservirungsflüssigkeiten geworfen wurden, war doch der Erhaltungszustand im allgemeinen ein so guter, dass die anatomischen Verhältnisse klar erkannt und auch histologische Details untersucht werden konnten. Nur die Organe und Gewebe, die — wie z. B. Nervensystem, Sinnesorgane, Blutbahnen — eine ganz eigenartige und besonders sorgfältige Behandlung bei der Fixirung erfordern, waren zur Erforschung des feineren histologischen Baues nicht recht geeignet. Seit dem Erscheinen der Arbeit von Huxley (**7**) ist der Organismus der Pyrosomen zu wiederholten Malen, zuletzt von Herdman, Joliet und Lahille, so eingehend untersucht worden, dass man nicht erwarten darf, hier weitgehenden, neuen anatomischen Funden zu begegnen. Immerhin aber wird man eine Anzahl neuer histologischer Details finden und manche Eigenthümlichkeiten in der Organisation hier klarer auseinandergesetzt sehen, als in den früheren Arbeiten.

Ergebnissreicher vielleicht war die systematische Durcharbeitung des Materials. Zwei Arten ergaben sich als neu. Die eine davon fand ich allerdings nur in einem einzigen Exem-

plar, das überdies noch nicht die Geschlechtsreife erlangt hatte und auch bezüglich der Konservirung vieles zu wünschen übrig liess. Die andere Species war dagegen zahlreich genug vertreten, um eine genauere Untersuchung zu gestatten, und ich habe mich bei der Darstellung des Pyrosomenbaues vielfach an sie gehalten. Ferner habe ich eine Auflösung der Species *Pyrosoma atlanticum* in zwei Varietäten vorgenommen, allerdings nur auf Grund von Verschiedenheiten, welche die noch nicht geschlechtsreifen Stöcke darboten, sodass ich wohl gewärtig sein muss, hier Widerspruch zu erfahren.

Nach einer dritten Richtung hin gab die Untersuchung mir Veranlassung, über die Verbreitung der Pyrosomen in horizontaler und vertikaler Richtung, sowie über die Art der Vertheilung in qualitativer und quantitativer Hinsicht einige Betrachtungen anzustellen, die vielleicht ebenfalls nicht ohne alles Interesse sein dürften.

Somit gliedert sich mir naturgemäss der Stoff in drei Abschnitte. Der erste bringt eine Darstellung des Pyrosomenbaues, der zweite behandelt die Systematik, der dritte endlich bespricht die Verbreitung der Pyrosomen.

A. Der Bau der Pyrosomen.

I. Der äussere Cellulosemantel.

1. Die Einzelthiere und der gemeinsame Cellulosemantel.

Der äussere Cellulosemantel, der die Einzelthiere des Pyrosomastockes umschliesst und miteinander verbindet, bildet eine cylinderähnliche oder kegelförmige Schicht von wechselnder Dicke um den centralen Hohlraum der Kolonie, welcher als gemeinsame Kloakenhöhle oder Stockhöhle bezeichnet wird. Bei allen Arten sind die einzelnen Ascidiozooide in der gleichen Weise im Mantel zu einer Schicht angeordnet. Die Ingestionsöffnungen sind nach aussen, die Egestionsöffnungen gegen die Stockhöhle gerichtet, und es entspricht also die Hauptaxe des Einzelthieres der Dicke des gemeinsamen Cellulosemantels. Die horizontale Basalwand des Stockes führt keine Ascidiozooide und besteht nur aus dem Cellulosemantelgewebe und den dasselbe durchsetzenden Mantelgefässen. In der Mitte ist sie von einer Oeffnung durchbrochen, die bei verschiedenen Kontraktionen eine wechselnde Form und Grösse zeigt. Man pflegt daher die Basalwand als Diaphragma zu bezeichnen. Die Principalaxe des Stockes verbindet die Oeffnung des Diaphragmas und das zugespitzte, geschlossene Ende. Gegen dieses letztere sind die Ventralseiten aller Einzelthiere gekehrt, während die Dorsalseiten nach der Stockbasis gerichtet erscheinen; es schneiden sich demnach die Medianebenen aller Ascidiozooide in der Hauptaxe des Stockes. Nach den Beobachtungen von Keferstein und Ehlers (**10**, p. 72) soll aber von diesem Verhalten *Pyrosoma elegans* in bemerkenswerther Weise dadurch abweichen, dass die Hirn- und nicht die Endostylseiten nach der Spitze des Stockes gekehrt sind. Doch dürfte diese Angabe wohl auf eine Verwechselung der beiden Pole der Kolonie zurückzuführen sein.

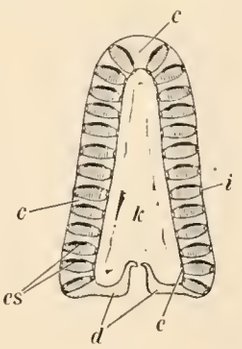


Fig. 1.
Schematischer Längsschnitt durch einen Pyrosomastock.
c = äusserer Cellulosemantel. *d* = Diaphragma. *e* = Egestionsöffnung. *es* = Endostyl. *i* = Ingestionsöffnung. *k* = gemeinsamer Kloakenraum.

In lebenskräftigen Thieren ist das Ektodermepithel der Ascidiozooide mit dem Cellulosemantel fest verklebt. Besonders innig ist die Verbindung an den beiden Oeffnungen der Einzelthiere, in welche, wie bei den meisten Tunikaten, der Mantel sich hinein erstreckt. In den Längsschnitten durch die Ingestionsöffnung von *Pyrosoma giganteum*, die Tafel I, Fig. 4—6 abgebildet sind, erkennt man deutlich dieses Verhalten. Das innere Ende des eingestülpten

Mantels reicht bis hinter den Sphinktermuskel und setzt sich an das Ektodermepithel der Mundhöhle dicht vor und an dem tentakulären Saume in wellenförmiger, mehrfach gebrochener Linie an. Bei kontrahirtem Sphinkter (Fig. 4) erscheint die gesammte Mantelpartie um die Ingestionsöffnung gefurcht und gefaltet; an der Aussenseite verlaufen die Furchen ziemlich regelmässig in radiärer Richtung gegen das Centrum des Mundes. Ein gleiches Verhalten zeigen die Abbildungen von *Pyrosoma aherniosum,* die in Fig. 4 und 6, Tafel V gezeichnet sind, und in Fig. 7, Tafel V sieht man in der Medianebene ventral das innere Mantelende am unpaaren Ventraltentakel befestigt. Ganz ähnlich stülpt sich der Mantel durch die Egestionsöffnung in den Kloakenraum hinein, wie man sich leicht aus den in Fig. 11 und 12, Tafel I abgebildeten Schnitten überzeugen kann.

Diese Art Mantelendigung an den beiden Körperöffnungen ist nicht ohne alle Bedeutung. Bei den Kontraktionen der Sphinktermuskeln werden die die Oeffnungen umgebenden Mantelränder aneinander gepresst und besorgen so den Verschluss. Lässt die Kontraktion nach, so weichen sie infolge der Elasticität des Mantelgewebes wieder auseinander, und Mund und Egestionsöffnung erweitern sich.

In solchen Stöcken, die 12 oder mehr Stunden in Gefässen aufbewahrt wurden und die nicht mehr vollständig lebenskräftig sind, lockert sich der Zusammenhang zwischen dem Mantel und den Einzelthieren ausserordentlich leicht; die letzteren lösen sich aus dem kolonialen Verbande und fallen zu Boden. Sie entbehren dann des Cellulosemantels, sind aussen vom Ektodermepithel begrenzt und zeigen sich häufig namentlich in der Region der Ingestionsöffnung deformirt, wenngleich das Spiel der Kiemenwimpern und die Muskelkontraktionen des Herzens noch längere Zeit andauern und beweisen, dass das Leben noch nicht erloschen ist. Nach dem Tode entfallen die meisten Ascidiozooide dem gemeinsamen Mantel, doch bleiben immerhin noch zahlreiche in ihm stecken, um dort allmählich sich zu zersetzen. Die Mantelsubstanz scheint eine Zeit lang die Auflösung der Einzelthiere überdauern zu können. Mehrfach wird erwähnt, dass z. B. Phronimiden die leeren Mantelgehäuse der Pyrosomen bewohnen.

2. Grundsubstanz und Mantelzellen.

Im Mantelgewebe sind die cellulosehaltige Grundsubstanz und die eingelagerten Zellen zu unterscheiden. Die cellulosehaltige Substanz, die vom Ektodermepithel ausgeschieden wird, erscheint fast durchweg völlig gleichartig und homogen, glasähnlich. Nur selten habe ich im Bereiche der Ingestions- und Egestionsöffnung Streifen verdichteter Grundsubstanz auftreten sehen. In Fig. 5, Tafel I sind eine Anzahl solcher verdickter Streifen in dem in die Ingestionsöffnung sich hinein erstreckenden Mantelthеil zu erkennen. Möglicherweise handelt es sich aber hierbei nur um vorübergehende, durch die Kontraktionen der Sphinktermuskeln hervorgerufene Erscheinungen und nicht um eine dauernde Struktureigenthümlichkeit der Grundsubstanz.

Wie fast bei allen Tunikaten sind auch bei den Pyrosomen die Zellen im Mantel ausgewanderte Mesodermelemente. Für die vier ersten Ascidiozooide des Stockes hat das beim

Studium der Embryonalentwicklung Salensky (25) nachgewiesen. Die Mantelzellen sind bereits Huxley (7) aufgefallen, und er beschreibt sie als sternförmige Gebilde, die z. Th. durch ihre protoplasmatischen Ausläufer zu einem Netzwerk sich verbinden. Später haben sie Panceri (19) und Joliet (9) beschrieben; eine genauere Untersuchung zeigt aber doch eine bedeutendere Mannigfaltigkeit der Zellformen bei verschiedenen Arten. Besonders zahlreich und dicht nebeneinander liegend trifft man die Zellen namentlich in den dem gemeinsamen Kloakenraum nahe liegenden Manteltheilen, während die Elemente an der äusseren Wand, im Umkreise der Ingestionsöffnungen oft nur äusserst spärlich vorhanden sind.

Von *Pyrosoma giganteum* habe ich in Fig. 9, Tafel I, von *Pyrosoma atlanticum* in Fig. 5, Tafel III und von *Pyrosoma aherniosum* in Fig. 4 und 5, Tafel VI einige Mantelzellen abgebildet. Als die ursprüngliche Ausgangsform muss die abgerundete, eiförmige oder kugelähnliche Mantelzelle angesehen werden, die mit denjenigen Mesodermzellen vollständig übereinstimmt, welche zwar noch in der primären Leibeshöhle liegen, aber bereits dem Ektodermn anlagern und sich anschicken, dasselbe zu durchsetzen. Diese runden Zellen verwandeln sich zum Theil in sternförmige, bindegewebsartige, deren verschieden lange, pseudopodienartige Fortsätze an den freien Enden verästelt sein können. Andere Zellen verändern nur weniger ihre Gestalt; ihr Körper bleibt plasmareich, und sie sind es vornehmlich, welche sich durch Theilung vermehren. Der Kerntheilung folgt nicht immer nothwendigerweise eine Zelltheilung, und man findet sowohl rundliche als auch bereits sternförmige Mantelzellen mit zwei deutlich gesonderten Kernen. Diese letzteren Zellen sind auf zwei verschiedene Weisen entstanden: erstlich dadurch, dass die Kerntheilung bereits auf dem Stadium der runden Zelle auftrat, während der ungetheilte Plasmakörper sich allmählich in Sternform verwandelte, zweitens durch spät eintretende Kerntheilung in der bereits sternförmig gewordenen Zelle. Sehr selten habe ich wahrgenommen, dass — was bei anderen Tunikaten eine sehr verbreitete Eigenthümlichkeit ist — im Plasma der Mantelzelle Vakuolenbildung auftrat (vergl. Fig. 4, Tafel VI). Entweder fanden sich mehrere Vakuolen in der unregelmässig gestalteten Zelle, sodass das Plasma in Form eines groben Netzwerkes erschien, oder eine einzige sehr umfangreiche erfüllte den grössten Theil der fast kugelförmigen, stark ausgedehnten Zelle, während das Plasma wandständig und nur im unmittelbaren Umkreise des Kernes in etwas dickerer Schicht erhalten blieb. Ich bin zu der Annahme geneigt, dass diese vakuolisirten Zellen nicht mehr lebens- und entwicklungsfähig, sondern in Degeneration begriffen seien.

Von besonderer Wichtigkeit sind die spindelförmigen und fadenähnlichen Mantelzellen. Da, wo die Kloakenmuskeln endigen, setzen sich regelmässig verlaufende Stränge an, die aus einzelnen zu Längsfasern angeordneten Zellen bestehen. In sämmtlichen Abbildungen, die Ascidiozooide in seitlichen Ansichten bei etwas stärkeren Vergrösserungen zeigen, sind diese Stränge zu sehen. Den Beginn der Bildung bei *Pyrosoma giganteum* zeigt Fig. 8 auf Tafel I. Im Mantel finden sich sehr zahlreiche spindelförmige Zellen so angeordnet, dass ihre Längsaxen in den durch die Kloakenmuskeln geführten Querebenen liegen. Eine Vereinigung mehrerer Zellen zu einer Längsfaser bereitet sich bereits vor, und hin und wieder sieht man zwei mit den Enden verbundene Elemente.

Bei älteren Thieren gehen von jedem Ende der beiden Kloakenmuskeln 2 oder 3 Faserzüge aus. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man ein Stück aus einem grösseren Stock herausschneidet und von der Seite der Egestionsöffnungen aus betrachtet (Fig. 7, Tafel III). Es zeigt sich dann sofort, dass durch diese Stränge die Einzelthiere des Stockes miteinander verbunden werden, indem die an den ventralen Enden der Kloakenmuskeln entspringenden Faserzüge eines Thieres an die Dorsalenden derselben Muskeln der im Stocke darüber liegenden Ascidiozooide herantreten. Ebenso sind die in gleicher Höhe liegenden Nachbarthiere untereinander verbunden. Auf diese Weise ist eine direkte Verbindung eines jeden Ascidiozooids mit vier bis sechs Nachbarindividuen geschaffen, und mittelbar durch diese letzteren ein Zusammenhang auch mit entfernteren Einzelthieren hergestellt.

Zwischen den Faserzügen im gemeinsamen Mantel und den Enden der Kloakenmuskeln liegt das einschichtige ektodermale Hautepithel, das sich hier oft beträchtlich verdickt zeigt, wie in Fig. 5, Tafel VI für *Pyrosoma aherniosum* und Fig. 5, Tafel III für *Pyrosoma atlanticum* deutlich zu erkennen ist. Ob zwischen den Ektodermzellen hindurch eine direkte Verbindung der Fibrillen der Kloakenmuskeln und der Mantelzellen besteht, sodass die einen nur Fortsetzungen der anderen wären, habe ich nicht sicher entscheiden können. Mein Suchen nach einem solchen direkten Zusammenhang war ohne Ergebniss, doch könnte der nicht sehr günstige Konservirungszustand dafür verantwortlich gemacht werden. Eine theoretische Nothwendigkeit für das Vorhandensein einer unmittelbaren Verbindung der Fasern scheint mir aber gar nicht vorzuliegen.

Diese Faserzüge sind bereits von Huxley (**7**, p. 209) beschrieben und seither mehrfach wieder untersucht worden. In der Deutung weichen aber die Autoren nicht unwesentlich voneinander ab. Während Huxley sich nur unsicher äussert »whether merely fibrous or muscular I cannot say«, sprechen Panceri, der allerdings die histologischen Verhältnisse nicht ganz zutreffend beurtheilt hat (**19**), und Joliet (**9**) bestimmt von einem kolonialen Muskelsystem, und der italienische Forscher erklärt dadurch die mehrfach beobachtete Thatsache, dass das Leuchtvermögen, welches durch den mechanischen Reiz auf ein bestimmtes Einzelthier zunächst bei diesem hervorgerufen wird, nach und nach auf die anderen Ascidiozooide des Stockes sich übertrage. Lahille dagegen (**12**, p. 49) leugnet die Muskelnatur dieser Fasern, fasst sie als zu indifferenten Fibrillen umgestaltete Mantelzellen auf, die keine innigere Verbindung zwischen den Einzelthieren vermitteln könnten.

Ob die Faserstränge nach Art echter Muskelfibrillen aktive Kontraktilität besitzen, ist allerdings sehr zweifelhaft. Offenbar aber müssen sie dehnbar sein und genügend Elasticität besitzen, um zur ursprünglichen Länge zurückzukehren, wenn beim Spiel der Kloakenmuskeln die Enden derselben, die durch die Faserzüge verbunden sind, sich nähern und voneinander entfernen. In diesen Verbindungssträngen sehe ich das Mittel, wie bestimmte Reize, die ein Ascidiozooid oder eine kleine Gruppe Einzelthiere treffen, nach und nach auf alle Individuen des Stockes übertragen werden können. Ich stimme mit Panceri vollständig darin überein, dass gewisse Erscheinungen beim Aufleuchten der Pyrosomen nur durch das Vorhandensein dieser verbindenden Faserzüge erklärt werden können. Kontrahiren sich die Kloakenmuskeln eines

Ascidiozooids, so muss auf alle sich ansetzenden Stränge ein Zug ausgeübt werden, der sich direkt auf die Muskeln der benachbarten Thiere überträgt und diese ebenfalls zur Kontraktion veranlasst.

Einzelne und zu längeren oder kürzeren Fäden verbundene langgestreckte, spindelförmige Mantelzellen trifft man ferner in grosser Anzahl im Diaphragma. Zum Theil ziehen sie, ganz unregelmässig gelagert, in den verschiedensten Richtungen hin, zum Theil verlaufen sie, wie bereits Panceri bemerkt hat, als Cirkulärfasern. Doch habe ich nur ganz vereinzelt die Fasern zu einem vollständig geschlossenen Ring verbunden gesehen (vergl. Fig. 10, Tafel IV); meist bildeten sie nur kürzere Bogen von etwa 90°, häufig erreichten sie nicht einmal diese, seltener eine beträchtlichere Länge. Es scheinen mir daher diese Zellen mehr die Bedeutung elastischer Elemente zu besitzen, während die aktiven Bewegungen des Diaphragmas durch die zahlreichen radiär verlaufenden Längsmuskeln der Mantelgefässe hervorgerufen werden. Mantelzellen, welche zu längeren oder kürzeren Fäden sich vereinigen, liegen auch an der Ingestionsöffnung. Sie verlaufen in radiärer Richtung gegen die Mundöffnung zu (Fig. 10, Tafel I) und sind, wie schon Huxley betont, von den in gleichen Richtungen ziehenden Mantelfurchen und Falten wohl zu unterscheiden. Ob es sich hierbei um wirkliche Radiärmuskeln handelt, wie Huxley anzunehmen geneigt ist, kann ich nicht sicher entscheiden. Vielleicht dienen sie nur zur Stütze und Erhöhung der Elasticität des cirkumoralen Mantelgewebes.

Lahille beschreibt (**12**, p. 48) an der äusseren Oberfläche des Mantels ein Plattenepithel polygonaler Zellen, das durch Spaltung vom Ektoderm aus entstanden sei. Er unterscheidet demnach ein äusseres und inneres Ektodermepithel, zwischen welchen der äussere Cellulosemantel sich ausbreite. Ich beurtheile die Verhältnisse wesentlich anders. Ein kontinuirliches äusseres Epithel über dem Mantel habe ich überhaupt nicht wahrgenommen, und auch Lahille bemerkt, »en certains endroits ces cellules font défaut, tandis qu'en d'autres elles se présentent isolées et arrondies«. Es handelt sich bei jenem vermeintlichen äusseren Ektodermepithel nur um solche dem Mesoderm entstammende Mantelzellen, welche die gesammte Celluloseschicht durchwandert haben und bis an die Oberfläche gelangt sind. Ich habe ebenfalls manchmal solche oberflächliche Zellen ziemlich dicht aneinander gelagert angetroffen und in Fig. 6, Tafel III eine derartige Gruppe gezeichnet. Die Zellen erweisen sich als sehr stark abgeflacht, in der Flächenansicht rundlich oder ganz unregelmässig konturirt. Das Plasma des Zellkörpers ist auf ein spärliches Netzwerk reducirt, der Kern durchweg äusserst chromatinarm. In manchen Zellen lässt sich noch ein kleiner, bläschenförmiger Kern nachweisen, in den meisten aber ist er bis auf ein frei im Plasmanetzwerk suspendirtes, stärker färbbares Körperchen, dessen Struktur ich unter stärkeren Vergrösserungen nicht weiter untersucht habe, geschwunden. Mehrfach habe ich endlich überhaupt keinen deutlichen Kernrest mehr nachweisen können. Fraglos sind diese oberflächlichen Mantelzellen in Auflösung begriffen, doch weiss ich nicht, ob sie füglich vom lebensfähigen Mantelgewebe resorbirt, oder ganz abgestossen oder abgescheuert werden.

3. Die Mantelfortsätze.

Die äussere Schicht des gemeinsamen Cellulosemantels erhebt sich bei *Pyrosoma giganteum* in längeren Fortsätzen über die Ingestionsöffnungen (Fig. 1 und 3, Tafel I). Die

Form und Länge dieser Mantelläppchen zeigen mehrfache individuelle Verschiedenheiten, wie das bereits Savigny (**26**) aufgefallen ist. Im allgemeinen aber sind die Fortsätze in dorsoventraler Richtung abgeflacht, während sie in seitlicher Ansicht ziemlich schlank und gestreckt erscheinen. Sie liegen dorsal von den Ingestionsöffnungen und besitzen ventral eine löffelförmige Einkerbung, die zum Munde führt. Ihr äusserstes Ende ist gewöhnlich stark zugespitzt und meistens gekrümmt. In meinen konservirten Stöcken war die Krümmung bei dicht benachbarten Thieren bald ventral, bald dorsal zu gerichtet, und ebenso zeigte sich der kaminförmig verlängerte Halstheil der Ascidiozooide nach verschiedenen Richtungen geneigt.

Weniger umfangreich entwickelt, fast dornförmig gestaltet, erweisen sich die dorsal von den Ingestionsöffnungen stehenden Mantelfortsätze bei *Pyrosoma atlanticum* var. *tuberculosum*, wenn die Stöcke 5—6 cm Länge erreicht haben (Fig. 1, Tafel III). Die Spitzen sind hier ausnahmslos dorsalwärts, d. h. gegen den unteren, durch das Diaphragma ausgezeichneten Theil der Kolonie gerichtet. Da diese, wie von früheren Autoren übereinstimmend berichtet wird, sich mit dem spitzen Ende voran langsam schwimmend umherbewegt, wird der Widerstand bei der erwähnten Krümmung geringer sein, als wenn die Spitzen ventralwärts gerichtet wären. Ganz ähnlich sind nach Herdman bei *Pyrosoma spinosum* die Dornfortsätze nach dem Rücken zu gekrümmt, obwohl sie an den Ventralseiten der Eingangsöffnungen sitzen. Da aber, wie es namentlich bei *Pyrosoma giganteum* deutlich hervortritt, die Breitseiten senkrecht zur Stockaxe gestellt sind, wird durch die Mantelfortsätze unter allen Umständen der Widerstand bei der Schwimmbewegung vergrössert.

Bei den alten und grossen Stöcken wird diese Vergrösserung kaum als sehr erheblich in Betracht kommen können. Bei *Pyrosoma giganteum* entfällt der weitaus grösste Theil des frei hervorragenden Abschnittes auf den kaminförmigen Hals, der natürlich ebenfalls vom Cellulosemantel umkleidet ist, und bei *Pyrosoma atlanticum* sind die Hervorragungen spärlicher und kleiner.

Ganz anders verhält es sich aber mit den ganz jungen Stöckchen, die kurze Zeit nach dem Verlassen der Mutterthiere nur aus 4 Ascidiozooiden und deren noch unvollkommen entwickelten Knospen bestehen. Wie ich schon früher (**30**, Fig. 27) für *Pyrosoma giganteum* abgebildet habe, erreichen die Mantelfortsätze der jungen Kolonie, die von den späteren, an den Ingestionsöffnungen der älteren Thiere gelegenen ganz verschieden sind, eine verhältnissmässig bedeutende Ausdehnung. Noch viel auffallender entwickelt zeigen sich die Mantellappen des jungen *Pyrosoma aherniosum*, das ich in Fig. 11, Tafel IV abgebildet habe, während die alten Thiere in grösseren Stöcken zwar einen sehr umfangreichen Halstheil besitzen, über der Mundöffnung aber besonderer Mantelfortsätze entbehren. Wallartig erhebt sich bei diesen im ganzen Umkreis der Ingestionsöffnung der Mantelrand und fällt kraterartig in die Mundhöhle ein (Fig. 1, Tafel V). Allmählich treten beim Wachsthum der ganzen Kolonie jene larvalen Mantellappen immer mehr zurück (Fig. 7 und 8, Tafel IV) und schwinden füglich ganz.

Die Bedeutung der larvalen Mantelfortsätze kann nicht zweifelhaft sein. Es wird durch sie eine Oberflächenvergrösserung hervorgerufen, welche die Schwebefähigkeit in erheblicher Weise verstärkt. Auf zahlreiche ähnliche Einrichtungen bei Planktonorganismen hat vor einiger Zeit K. Brandt (**3**, p. 13) hingewiesen. Gerade für die jüngsten Kolonien müssen solche Bildungen

von Wichtigkeit sein, da die Eigenbewegung, wenn sie überhaupt statthat, nur eine verschwindend kleine sein kann. Eine selbständige Bewegung der kleinen Kolonien in den Aquarien habe ich überhaupt nicht wahrgenommen. Stets sah ich die Stöckchen unmittelbar nach dem Verlassen der Mutterthiere, wenn die Mantelfortsätze noch fehlen, langsam zu Boden sinken und dort bewegungslos ein und zwei Tage verharren, bis sie abstarben, ohne sich erheblich weiter entwickelt zu haben. Ich glaube, dass es sich auch im freien Meere insofern ähnlich verhalten wird, als, wie bereits Chun (**4**, p. 42) bemerkt hat, die kleinen, eben ausgeschlüpften Kolonien in die Tiefe sinken, um dort mit der Knospung zu beginnen und erst später wieder emporzusteigen. Ein solches Aufsteigen könnte einmal durch die selbständige Lokomotion der bereits herangewachsenen Stöcke erfolgen, sodann auch auf passivem Wege durch Strömungen, die gegen die Oberfläche gerichtet sind. Im letzteren Falle werden die Fortsätze des Cellulosemantels von erheblicher Bedeutung sein können, wie sie ja auch, da sie sich bereits kurze Zeit nach der Geburt entwickeln, ein rasches Sinken in zu beträchtliche Tiefen verhindern. In dieser Beziehung sind die Befunde am Planktonmaterial, wie weiter unten ausgeführt werden soll, von Wichtigkeit, denn auch unmittelbar an der Oberfläche wurden die kleinen, mit reichen Mantelfortsätzen versehenen Stöckchen schwebend angetroffen.

II. Das Ektoderm.

1. Das Hautepithel.

Die ektodermale Leibeswand der Ascidiozooide stellt ein feines einschichtiges Plattenepithel dar, dem sich überall der äussere Cellulosemantel dicht anschmiegt. In der Flächenansicht erscheinen die Zellen in polygonalen Umrissen und besitzen einen centralen, meist nur wenig intensiv färbbaren Kern. Der Zellleib ist plasmaarm und zeigt häufig retikuläre Struktur.

An mehreren Stellen verwandelt sich das zarte Plattenepithel in ein dickeres kubisches oder cylindrisches. Das ist der Fall an den beiden Enden eines jeden Kloakenmuskels, dort, wo die Mantelfaserzüge sich inseriren. Das verdickte Ektoderm springt hier knopfförmig gegen den Mantel zu vor, und die bruchsackartige, kleine Ausstülpung der primären Leibeshöhle wird vom Muskelende erfüllt. Bei den Muskelkontraktionen muss die Ausstülpung eingezogen oder wenigstens abgeflacht werden. Fig. 5, Tafel III zeigt den optischen Schnitt durch eine solche Stelle bei *Pyrosoma atlanticum,* und Fig. 5, Tafel VI entstammt einem frontalen Längsschnitt durch das Ende eines Kloakenmuskels von *Pyrosoma ahermosum.*

An vielen Stellen bemerkt man, dass die Ektodermzellen feine, protoplasmatische Fortsätze in den Mantel hinein erstrecken (vergl. Fig. 5, Tafel VI). Solche Fortsätze sind schon mehrfach bei den Tunikaten beobachtet worden, und auch bei Pyrosomen hat Salensky (**25**, p. 15) in der Embryonalentwicklung des Cyathozooids diese Plasmafäden aufgefunden. Da sie für die Ausscheidung der cellulosehaltigen Grundsubstanz des Mantels von Bedeutung sind, habe ich sie als »Sekretfäden« bezeichnet (**32**, p. 494). Sie scheinen vergängliche Gebilde zu sein, die bald da, bald dort auftreten und dann wieder rückgebildet werden. Durch die Reagentien werden sie bei der Konservirung leicht zerstört.

Unter den flachen Zellen der Leibeswand fallen die Pigmentzellen besonders auf, die ich bei dem neuen *Pyrosoma aherniosum* auffand. Sie liegen ziemlich zahlreich unregelmässig zerstreut im gesammten hinteren Leibesabschnitt und reichen nur vereinzelt in die Höhe der Kiemenregion (vergl. Fig. 8, Tafel V). In den konservirten Exemplaren erscheinen sie rothbraun, manchmal hell leuchtend, manchmal wieder ganz dunkel, verschieden an ganz dicht benachbarten Stellen in ein und demselben Thiere. In ganz jungen Stöcken habe ich niemals die Pigmente bemerkt; aber auch in älteren, in welchen sonst nur die jungen Thiere an der Stockbasis noch unpigmentirt sind, habe ich häufig nirgend eine Färbung angetroffen (vergl. Fig. 1, Tafel V), obwohl sie in genau der gleichen Weise konservirt und behandelt worden waren, wie die anderen pigmentirt erscheinenden. Doch halte ich die Unterschiede für nicht genug beträchtlich, um auf Grund derselben etwa zwei besondere Varietäten oder Arten aufzustellen.

Bei der Betrachtung von der Fläche zeigt sich der pigmentirte Theil der Zelle sehr unregelmässig geformt (Fig. 10, Tafel V), sternförmig gezackt, mit mehrfach gegabelten Enden. Zuweilen lässt sich in der Mitte zwischen den dicht gedrängten kleinen Pigmentkörnchen noch der Kern als eine hellere Stelle erkennen, meist ist er aber vom Pigment ganz verdeckt. Feinere Querschnitte (Fig. 9, Tafel V) zeigen, dass die Ablagerung der Farbkörner zunächst auf der inneren, der Leibeshöhle zugekehrten Seite der Zellen beginnt, während der Kern auswärts davon gelagert ist; später kann er freilich bei reicher Pigmentirung vom Farbstoff ganz umgeben sein.

Zur Untersuchung der Pigmente reicht natürlich das konservirte Material allein nicht aus, denn durch den Alkohol und manche andere Konservirungsmittel werden die Farbstoffe oft vollkommen aufgelöst. So liess sich z. B. in überaus vielen Exemplaren im Auge, das doch stets pigmentirt ist, keine Spur der Färbung mehr nachweisen, und es liegt die Annahme nahe, dass die Beobachtung der lebenden Thiere eine viel reichere Färbung vielleicht des Ektoderms und sicher mancher anderen Organe ergeben wird, als ich sie hier beschreiben kann.

2. Das Epithel der Mundregion.

Während sich an der Egestionsöffnung das ektodermale Hautepithel um den Sphinktermuskel herumschlägt und allmählich in das äussere Epithel der Kloake übergeht, ohne sich histologisch merklich zu verändern (vergl. Fig. 11 und 12, Tafel I), findet sich am Eingange in den Schlund ein besonderer Apparat, den Huxley (**7**, p. 203) als *tentacular fringe* bezeichnet hat. An demselben lassen sich ein grosser unpaarer, in der Medianebene ventral gelegener Tentakel und ein halskrausenartiger, verdickter Ringsaum unterscheiden. Im wesentlichen fand ich diese Gebilde bei allen Arten sehr ähnlich gestaltet. Entwicklungsgeschichtlich lässt sich bei der Knospung nicht vollkommen sicher bestimmen, inwieweit das Ektoderm sich an der Bildung dieses Apparates betheiligt, denn es entspricht diese Region der Stelle, an welcher das äussere und innere Blatt ineinander übergehen. Ich glaube aber, dass, wie ich schon früher (**30**, p. 22) erklärt habe, der Hauptantheil, wenn nicht der ganze, dem Entoderm zufällt. Wenn ich aber trotzdem diese Organe an dieser Stelle behandle, so geschieht das deshalb,

weil bei anderen Tunikaten die homologen Gebilde in der Embryonalentwicklung sehr wahrscheinlich aus dem Ektoderm entspringen.

Der Ventraltentakel erreicht eine ansehnliche Länge, ist fingerförmig gestaltet und häufig dorsal zu gekrümmt. An seiner Basis sitzt ventral eine sackartige Erweiterung, die durch zwei radiäre Furchen in drei Abschnitte, einen medianen und zwei laterale, unvollständig getheilt sein kann. Doch habe ich diese drei Lappen nicht überall nachweisen können. Bezüglich des feineren histologischen Verhaltens sind die individuellen Variationen fast bedeutender als die Artverschiedenheiten. Meistens sind aber bei *Pyrosoma giganteum* die Basallappen sowie auch die Ventralwand des fingerförmigen Tentakeltheils dünnwandiger (vergl. Fig. 2 und 10, Tafel I) als die Spitze und Seitentheile; bei *Pyrosoma aherniosum* sind meistens ausser der Spitze die Insertionsstelle am eingestülpten Cellulosemantel und der mittlere Theil der Basallappen durch höhere cylindrische oder kubische Zellen ausgezeichnet (Fig. 7, Tafel V). Wie aus der letzteren Abbildung zu entnehmen ist, müssen bei den Kontraktionen des Mundsphinkters gleichzeitig Tentakelbewegungen erfolgen. Bei *Pyrosoma giganteum* habe ich überdies zwei feine Radiärmuskeln angetroffen, welche dicht über dem Schlundepithel, in der Leibeshöhle zwischen dem vordersten Ringmuskel und der Uebergangsstelle des Basallappens des Tentakels in das Schlundepithel verliefen (Fig. 10, Tafel I r_1 *m*) und die Tentakelstellung beeinflussen können. Der Tentakel ist hohl und umschliesst einen blutführenden Theil der primären Leibeshöhle. Joliet ist der Ansicht, dass die Blutmenge im Hohlraum zu und abnehmen könne und parallel damit eine Aufrichtung und Streckung und dann wieder eine Knickung und Neigung des Tentakels erfolge. Ich habe das lebende Thier nicht untersucht und kann mich daher darüber nicht bestimmt äussern. Doch scheinen mir die oben erwähnten Einrichtungen hinreichend die Beweglichkeit des Tentakels zu erklären.

Nach den Seiten geht der dorsale Basaltheil des Ventraltentakels in die halskrausenförmige, die Mundhöhle umsäumende Verdickung des Schlundepithels über. Die Schnitte zeigen für *Pyrosoma giganteum* (Fig. 4—6, Tafel I) und *Pyrosoma aherniosum* (Fig. 6, Tafel V), dass auch in dieser Region das Epithel einschichtig bleibt, sich aber aus verhältnissmässig hohen Cylinderzellen zusammensetzt, die sich von dem umgebenden Plattenepithel scharf abheben.

Dieser krausenförmige Theil oder die Mundkrause, wie ich ihn nennen möchte, bietet zu verschiedenen Zeiten sowohl in seitlicher als in Flächenansicht ein sehr verschiedenes Aussehen, das ich einzig auf den verschiedenen, durch den Mundsphinkter veranlassten Kontraktionszustand zurückführe. Fig. 2 und 10 auf Tafel I zeigen den kontrahirten Zustand, der durch eine grössere Anzahl (bis zu 16 und mehr) tentakelartige Erhebungen und Falten gekennzeichnet ist. Oeffnet sich der Mund, so flachen sich die wellenförmigen Erhebungen immer mehr ab, und die Mundkrause kann füglich fast ganz glatt erscheinen, wie ich es in Fig. 3, Tafel III für *Pyrosoma atlanticum* gezeichnet und auch bei *Pyrosoma aherniosum* bemerkt habe. Bei alten Thieren von *Pyrosoma giganteum* habe ich aber fast immer auch bei ganz geöffnetem Munde die Mundkrause in Bogen gefaltet angetroffen, ohne jedoch, wie gesagt, eine konstante Zahl nachweisen zu können. Dem gegenüber zählte Huxley ausser dem grösseren Ventraltentakel stets 12 kleinere, unregelmässig gestaltete Tentakel; Joliet dagegen beschreibt in der

»couronne de dentelures« einen grossen unpaaren und 16[1]) kleine (**9**, p. 25). Lahille endlich findet im ganzen 16 Tentakel, 4 grössere und 12 kleinere, die regelmässig in der Weise gestellt seien, dass zwischen 2 grösseren immer 3 kleinere eingeschlossen seien. Offenbar sind hier zufällige Kontraktionszustände für normalgültige Verhältnisse angesehen worden.

3. Die Mantelgefässe.

An der Dorsalseite der Ascidiozooide in der Höhe des Oesophagus, ein wenig vor den Kloakenmuskeln finden sich ein oder zwei paarige röhrenförmige, den Mantel durchsetzende Ausstülpungen des ektodermalen Hautepithels, die ich in Uebereinstimmung mit gleichen Gebilden anderer Tunikaten als Mantelgefässe bezeichnet habe. In frühen Stadien treten sie bereits an den vier ersten Ascidiozooiden des Stockes auf, wachsen in das sich bildende Diaphragma hinein, um nahe der centralen Oeffnung blind zu endigen (vergl. Fig. 10 und 11, Tafel IV). Bemerkenswerth ist die Resistenzfähigkeit dieser jungen Mantelgefässe, denn sie erhalten sich längere Zeit fast unverändert, selbst nach völliger Rückbildung des entsprechenden Ascidiozooids. Man findet diese eigenthümliche Erscheinung bestätigt, wenn man Fig. 9 und 10, Tafel IV vergleicht, welche eine junge Kolonie von der Spitze und vom Diaphragma aus zeigen. Es sind nur noch 3 Ascidiozooide vorhanden; die ursprüngliche Stellung des vierten rückgebildeten lässt sich aber deutlich feststellen, und im gemeinsamen Mantel sieht man noch die beiden Mantelgefässe des letzteren in unveränderter Lage.

Wenn die Kolonie auf 10 bis 15 mm Länge heranwächst und aus zahlreichen, in regelmässigen Etagen übereinander liegenden *(Pyrosoma giganteum* und *Pyr. aherniosum)* oder unregelmässig vertheilten *(Pyrosoma atlanticum)* Individuen besteht, sieht man noch immer von jedem Ascidiozooid 1 oder 2 Mantelgefässe ausgehen und in das Diaphragma sich hinein erstrecken. An der Spitze der Kolonie liegen die vier ältesten Thiere, und ihre Gefässe durchziehen die ganze Stocklänge. Das Diaphragma erscheint dann von überaus zahlreichen, radiär verlaufenden Gefässen durchsetzt.

In alten Stöcken liegen bei *Pyrosoma giganteum* und *P. aherniosum* die vier ersten Ascidiozooide zwar immer noch an der Spitze, und die jüngeren, durch Knospung entstehenden schieben sich stets gegen die Basis zu vor, aber die Mantelgefässe lassen sich vom Diaphragma aus nicht mehr durch die ganze Länge des Stockes verfolgen, sondern nur bis zu den Ascidiozooiden, welche im unteren Theile der Kolonie gelegen sind (vergl. Fig. 5, Tafel IV). Die Thiere an der Spitze des Stockes zeigen eine glatte Rückenseite und entbehren der Mantelgefässe. Dieser Mangel ist bei den ältesten Individuen nur ein scheinbarer, da ja in jüngeren Stadien die Gefässe vorhanden waren. Ob die Rückbildung dieser letzteren eine vollkommene ist, konnte ich nicht sicher feststellen. Doch möchte ich glauben, dass im unteren Theil und Diaphragma die Mantelgefässe sicher längere Zeit erhalten bleiben, auch nachdem der obere bereits

[1]) Ich nenne die Zahl 16, obwohl Joliet p. 25 sagt: »La couronne de dentelures ordinairement au nombre de huit«, weil ich annehme, es solle lauten: jederseits 8. In den Abbildungen Fig. 5 und 6, Tafel III beträgt denn auch die Zahl der kleinen Tentakel annähernd 16. Solche kleine Widersprüche erklären sich daraus, dass Joliet's Untersuchung erst nach dem Tode des Verfassers von fremder Hand herausgegeben wurde.

geschwunden ist. Es scheint mir sogar nicht unmöglich, obwohl ich es direkt nicht beobachtet habe, dass diese unteren Theile dauernd sich erhalten, nachdem sie sich jüngeren Ascidiozooiden im basalen Stockabschnitte neu verbunden haben. Wie der Schwund der oberen Theile der Mantelgefässe erfolgt, habe ich nur unvollständig feststellen können. In Fig. 13, Tafel III zeichne ich ein in Rückbildung begriffenes Gefäss von *Pyrosoma atlanticum*. Die Muskulatur ist in Auflösung begriffen, das Ektodermepithel platt und unregelmässig gefaltet und das ganze Gebilde augenscheinlich auf dem Wege, in das Ascidiozooid einbezogen zu werden. Ich habe aber auch Bilder gesehen, die mir die Annahme der Auflösung der oberen Gefässtheile im Mantel selbst nahe zu legen schienen. Möglicherweise verwandeln sich dann die Muskelzellen zu solchen Mantelfaserzellen, die die oben beschriebene Verbindung zwischen den Kloakenmuskeln der verschiedenen Ascidiozooide herstellen, während die Auflösung der Ektodermelemente eine vollständige sein dürfte.

Bei den jüngeren, erst später durch Knospung entstandenen Ascidiozooiden, die an der Stockspitze liegen bleiben, ist der Mangel langer Mantelgefässe ein ursprünglicher. Nur ein oder zwei kurze, stummelförmige Ausstülpungen, die bei zunehmendem Alter wieder ganz rückgebildet werden können, sind auf bestimmten Knospenstadien nachzuweisen.

Bei der grössten Anzahl Ascidiozooide entwickeln sich nicht, wie stets bei den vier ersten, zwei, sondern nur ein einziges Mantelgefäss, welches mit weitem, trichterförmigem Ende sich der Rückenseite ansetzt und im Mantel rasch verjüngt. Ob schon die Anlage von allem Anfange an unpaar ist, wie ich allerdings glauben möchte, kann ich nicht sicher angeben. Unmöglich ist es allerdings nicht, dass zwei ursprünglich getrennte Ausstülpungen zu einem Gefässe sich vereinigen.

Das Lumen der Mantelgefässe ist nicht an allen Stellen gleich weit. Oft ist es durch mächtige Entwicklung der Muskulatur, die im 7. Kapitel besonders erwähnt werden soll, so eingeengt, dass die primäre Leibeshöhle resp. die Blutbahn kaum noch wahrnehmbar wird. An anderen Stellen ist dasselbe Gefäss wieder ampullenartig erweitert, wie es sich namentlich häufig im Diaphragma oder in den untersten Seitentheilen des Stockes nachweisen lässt. Die Weite des Lumens hängt offenbar auch von bestimmten Kontraktionszuständen der Muskulatur ab und ist daher sehr variabel.

Histologisch besteht die äussere Wand der Mantelgefässe aus einem durchweg einschichtigen Ektodermepithel. Meist sind die Zellen ziemlich klein und kubisch oder ein wenig abgeflacht. Bei zunehmender Längsstreckung des Gefässes kann auch die Abflachung zunehmen und zu einem ganz flachen Epithel führen. Ein Plattenepithel findet man auch bei den in Rückbildung befindlichen Gefässtheilen. Im Diaphragma und namentlich in den ampullenförmigen Erweiterungen zeigen sich häufig die Zellen ansehnlich gross und hoch; der Zellkörper erscheint dann wie aufgequollen, glasartig hell und sehr plasmaarm, der Kern verhältnissmässig gross und bläschenförmig (vergl. Fig. 9 und 10, Tafel VI).

III. Das Nervensystem und die Sinnesorgane.

Die Darstellung, die ich in diesem Kapitel gebe, kann keinen Anspruch erheben, als vollständig zu gelten. Es liegt dies daran, dass solche Organe behandelt werden, welche eine ganz besonders sorgfältige und eigenartige Konservirung verlangen, um feineren histologischen Untersuchungen dienen zu können. Die Plankton-Expedition, die ihre ganz bestimmten Aufgaben in erster Linie verfolgte, hat bei der Sammlung und Konservirung des Materials histologischen Fragen nur nebenbei Berücksichtigung schenken können, und so zeigt sich denn gerade der sehr leicht zerstörbare Nerven- und Sinnesapparat der Pyrosomen mangelhaft erhalten. Nichtsdestoweniger glaube ich doch, einige neue Details vorbringen zu können.

Entwicklungsgeschichtlich entsteht bei der Knospung der gesammte hier zu besprechende Apparat, das Ganglion, die Flimmergrube und Subneuraldrüse, aus einer einheitlichen Anlage, wie das bereits früher namentlich von mir (**30**, p. 30—34) ausführlich dargethan worden ist. Nachdem das primäre Nervenrohr des Stolos sich in die einzelnen primären Nervenblasen der Ascidiozooide segmentirt hat, entwickeln sich zwei röhrenförmige Ausstülpungen der Blasenwand, welche den entodermalen Verbindungsgang zwischen den Kiemendärmen der einzelnen Knospen desselben Stolos ringförmig umgreifen, sich dann hinten vereinigen und auf diese Weise einen vollständigen Ringkanal bilden. Die Röhrenfortsätze verwandeln sich später, nachdem die hintere Verbindung wieder geschwunden ist, in die beiden hintersten Nervenstränge (n_8). Das Lumen der primären Nervenblase wird zum Kanal der Flimmergrube, während an der Dorsalwand der Blase durch Proliferation der Zellen das definitive Ganglion sich bildet, in welches die hintersten beiden Nervenstämme einbezogen werden. An der Ventralseite der Nervenblase resp. der Flimmergrube entsteht durch Ausstülpung die Subneuraldrüse oder die sog. Hypophysisdrüse.

1. Ganglion und Nerven.

Das Ganglion stellt einen länglich runden, dorsal von der Flimmergrube gelegenen, in der längsten Axe gegen 0,2 mm messenden Körper dar. Eine sehr seichte, ringförmige Furche lässt einen vorderen und hinteren Abschnitt unterscheiden. Beide verhalten sich in histologischer Beziehung ganz gleichartig, nur ist der hintere dadurch ausgezeichnet, dass an seiner Ventralseite das Auge sich entwickelt. Peripher liegen die bi- und multipolaren Ganglienzellen in zwei bis drei und mehreren Schichten übereinander, central die Faser- oder Punktsubstanz. Diese letztere wird durch eine Wand Ganglienzellen, deren Verlauf der äusseren Furche ungefähr entspricht, in zwei Partien unvollkommen geschieden. Auch sonst findet man an anderen Stellen in die Punktsubstanz eingebettete Ganglienzellen (vergl. Fig. 8—10, Tafel II). Die feine strukturlose Membran, die das Ganglion aussen umhüllt und die bereits Huxley (**7**, p. 208) erwähnt hat, konnte ich nur an einigen Stellen nachweisen; offenbar war die Konservirung nicht günstig ausgefallen.

Die mehr oder minder mächtigen Nervenstämme, die peripher aus dem Ganglion entspringen, durchsetzen mit zahlreichen Fasern die Ganglienschicht und reichen bis zur Punktsubstanz. An ihren Wurzeln lagern mehrfach Ganglienzellen; namentlich fällt das an den beiden

hintersten Nervenstämmen auf, denen noch in beträchtlicher Entfernung von der Ursprungsstelle Zellen aufliegen. Bei der Untersuchung zahlreicherer Individuen *(Pyrosoma giganteum)* erwiesen sich beträchtliche Verschiedenheiten bezüglich der Zahl und des Ursprungs der Nerven, wie ich das eigentlich schon im voraus nach den sich widersprechenden Angaben von Ussoff (33), Joliet (9) und Lahille (12) erwartete. Ohne eine vollständige Darstellung aller Variationen geben zu wollen, möchte ich hier nur auf einige der wichtigsten hinweisen.

Zunächst möchte ich im Gegensatze zu den älteren Autoren betonen, dass die Bilateralität der Nervenstämme rechts und links sehr häufig mehr oder minder auffallend gestört erscheint. Die Störung geht so weit, dass auf der einen Seite selbst zwei gesonderte Nervenwurzeln mehr als auf der anderen angetroffen werden können.

Die geringste Zahl selbständig dem Gehirn entspringender Nerven beträgt bei *Pyrosoma giganteum* jederseits 5, während ich niemals mehr als 8 Nervenwurzeln auf einer Seite auftreten sah. Demgegenüber zählten konstant Lahille 5, Ussoff 7, Joliet endlich 8 Nervenpaare. Ausserdem beschreibt der letztgenannte Forscher einen median und unpaar verlaufenden hinteren Nervenstamm, den ich überhaupt nicht wahrgenommen habe. Zutreffend aber finde ich seine Eintheilung der Nerven in vier vordere, zwei laterale und zwei hintere Paare.

Eine Uebersicht über die Ganglienregion bietet das in Fig. 10, Tafel II abgebildete Präparat. Rechts (auf der linken Seite der Figur) entspringen die beiden vordersten Nerven (n_1 und n_2) getrennt, links, wie es Lahille stets angetroffen zu haben scheint, aus einer gemeinsamen Wurzel, um erst über dieser in zwei Aeste sich zu gabeln. Der dritte und der feine vierte Vordernerv sind hier rechts vollkommen getrennt, links dagegen findet sich nur eine stärkere Wurzel, die sich bald in drei Aeste spaltet. Ob auf dieser letzteren Seite eine umfangreichere basale Verschmelzung der beiden ursprünglich getrennten Nerven stattgefunden hat oder nur einfach der vierte unentwickelt geblieben ist, lässt sich nicht sicher entscheiden. Wo, wie in dem hier abgebildeten Fall, der Nerv der einen Seite durch besondere Mächtigkeit sich auszeichnet, liegt die erstere Annahme nahe, wo aber, wie es ebenfalls vorkommt, der einzige Nerv der einen Seite nicht stärker ist als der dickere der beiden auf der anderen Seite, wird man an einen einfachen Wegfall, eine Steigerung der unsymmetrischen Entwicklung, denken müssen. So wie die beiden vordersten Nerven, scheint Lahille auch die beiden folgenden jederseits stets verschmolzen angetroffen zu haben, und er zeichnet also nur zwei vordere Nervenpaare. Joliet dagegen sah vier getrennte Paare. Die drei symmetrischen Nervenpaare, die Ussoff an entsprechender Stelle abbildet, lassen sich im einzelnen nicht ganz sicher mit bestimmten, hier beschriebenen Aesten vergleichen. Wahrscheinlich aber hat er die drei vordersten Stämme jederseits, den dritten vielleicht mit dem vierten verschmolzen, beobachtet.

Die beiden seitlichen Nerven (n_5 und n_6) sieht man in meiner Zeichnung rechts und links ziemlich symmetrisch entwickelt, doch findet man mehrfache Variationen sowohl in der Stärke der Aeste als auch bezüglich der Ursprungsstellen, indem dieselben rechts und links nicht genau einander gegenüber zu liegen kommen und bald mehr nach vorn, bald nach hinten zu verschoben sind. Sowohl Joliet als auch Ussoff scheinen stets beide Nervenpaare gesondert

angetroffen zu haben. Ich habe häufig auf einer oder auch auf beiden Seiten nur einen Nerven nachweisen können, ohne immer Gewissheit darüber zu erlangen, ob der fünfte oder sechste Ast erhalten oder geschwunden, oder ob vielleicht beide zu einem Stamm verschmolzen seien. Lahille sah stets nur ein Paar dieser Seitennerven ausgebildet.

Die beiden hinteren Nervenpaare (n_7 und n_8) sind allgemein in übereinstimmender Weise dargestellt worden. Das hinterste, das sich durch besondere Mächtigkeit auszeichnet, verläuft dorsal, nahe der Medianebene nach hinten, theilt sich, nach den Beobachtungen Joliet's, in je zwei Aeste, deren innere die Mantelgefässe, deren äussere die Kloakenmuskeln und die sie verbindenden Mantelfaserstränge versorgen sollen. Nach vorn zu geht das hinterste Nervenpaar ganz allmählich, ohne scharfe Grenzen in das Ganglion resp. in zwei schenkelförmige Fortsetzungen desselben über. Im Zusammenhange mit der oben erwähnten, von allen übrigen Nerven abweichenden Entstehungsweise findet man die beiden Nervenwurzeln mit Ganglienzellen dicht besetzt, und auch weiter hinten kann man hin und wieder, namentlich in jüngeren Thieren, vereinzelte, dem Faserstrange aufliegende Ganglienzellen beobachten. Jederseits an der Aussenseite der Ursprungsstelle des hintersten Nervenpaares aus dem Ganglion sah ich stets einen feinen Faserstrang entspringen, nach ganz kurzem Verlaufe wieder median zu sich wenden und mit den Hauptstämmen vereinigen (Fig. 10, Tafel II). Es entspringt also jeder der beiden Dorsalnerven gleichsam mit zwei Wurzeln, einer gröberen und einer sehr feinen, dem Ganglion. —

Das Ganglion und eine Anzahl ausstrahlender Nerven wurden bereits von Lesueur (14) und Savigny richtig erkannt. Später haben sich namentlich Huxley (7) und Joliet (9) mit dem centralen Nervensystem beschäftigt und dasselbe, sowie alle anderen früheren Untersucher, als Ein Ganglion aufgefasst. Nur Lahille (12, p. 52) hat neuerdings die Ansicht vertreten, dass in Wirklichkeit zwei miteinander verwachsene Ganglien vorhanden seien. Das vordere liege über der Flimmergrube, sei sphärisch und entsende 3 Nervenpaare gegen die Mundöffnung zu und einen hinteren Fibrillenplexus, der dem Hinterende der Flimmergrube (tube neural) dicht auflagere. Das hintere Ganglion sei konisch und mit dem vorderen durch zwei Fibrillenstränge eng verbunden; es liege dem Fibrillenplexus auf und entsende 2 Nervenpaare nach den Eingeweiden. Aus diesem Grunde bezeichnet er das hintere als Eingeweide- das vordere als Gehirn-Ganglion. Da bei Pyrosomen dem als »Gehirnganglion« (ganglion cérébroide) bezeichneten Theile 3 Nervenpaare entsprängen, während bei manchen Tunikatenlarven von einem Ganglion nur zwei vordere und zwei hintere Nerven ausgingen, glaubt Lahille, dass das »Gehirnganglion« selbst wieder aus zwei verschmolzenen, ursprünglich getrennten Ganglien hervorgegangen sei und demnach »ces animaux offriraient trois ganglions soudés ensemble«. Das vorderste Nervenpaar fasst er als zwei Paar verschmolzener Nervenstämme auf, was dadurch erwiesen werde, dass unmittelbar über der Wurzel die Gabelung in zwei Aeste jederseits erfolge.

Ich kann einer solchen Auffassung, wie sie Lahille vertritt, nicht folgen. Erstlich rechtfertigt die ontogenetische Entwicklung des Ganglions durchaus nicht die Ansicht, dass mehrere verschmolzene Ganglien vorhanden seien, denn sowohl die primäre Nervenblase selbst

als auch von dieser aus das definitive Ganglion entstehen als einheitliche Gebilde. Und auch die oben (p. 16) erwähnte Einbeziehung des frühzeitig entwickelten hintersten Nervenpaares wird kaum in jenem Sinne gedeutet werden können. Zweitens gestattet auch die Zahl der dem Ganglion entspringenden Nerven keinen solchen Schluss, wie Lahille ihn that. Schon die bedeutende Variabilität der Nervenzahl, auf die ich oben hingewiesen habe, lehrt dies. Zudem hat Lahille nicht alle selbständig austretenden Stämme aufgefunden, er würde sonst auf acht Paar geführt worden sein und hätte also mindestens vier ursprünglich hintereinander liegende Ganglien verschmolzen sein lassen müssen. Die individuellen Variationen zeigen aber deutlich, dass bei der Inkonstanz der Nervenzahl am ausgebildeten Ganglion gar nicht daran gedacht werden kann, durch einfache Division derselben durch vier auf eine bestimmte Zahl ursprünglicher, gesonderter Ganglien zu schliessen, ganz abgesehen davon, dass die Annahme, jedes ursprüngliche Ganglion hätte zwei Nervenpaare besessen, vollständig unbewiesen und willkürlich ist. Vergleicht man überdies etwas entfernter stehende Tunikaten bezüglich der Nervenzahl, so müsste man von Lahille's Standpunkt aus dazu gelangen, bei den verschiedenen Formen eine sehr wechselnde Anzahl ursprünglicher Ganglien anzunehmen.

Gegen das Bestreben, das Tunikatengehirn auf eine grössere Anzahl ursprünglich getrennter, hintereinander liegender und Segmenten entsprechender Ganglien zurückzuführen, muss ich mich auf das entschiedenste wenden, denn eine derartige Deutung gründet sich weder auf sichere vergleichend-anatomische noch entwicklungsgeschichtliche Thatsachen, sondern scheint mir lediglich dem rein theoretischen Standpunkt zu entspringen, den Tunikatenkörper als segmentirt zu erweisen und damit dem Vertebratentypus näher zu bringen. Wie es mit der angeblichen Segmentirung des Appendicularienschwanzes bestellt ist, habe ich letzthin nachgewiesen (vergl. Die Bedeutung der »Segmentation« des Ruderschwanzes der Appendicularien. In: Zoolog. Anzeiger 1894. Ferner: Die Tunicaten. In: Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs), und im Rumpfe zeigt nicht einmal der Kiemendarm irgend welche Andeutungen einer segmentähnlichen Gliederung, da bekanntlich jederseits nur eine Spalte vorhanden ist. Ebensowenig wird es gelingen, im Gehirn der Appendicularien eine Segmentirung nachzuweisen [1]), und damit würde festgestellt sein, dass der Rumpfabschnitt der Gliederung entbehrt. Wer nun, wie ich es von jeher vertreten habe, die Appendicularien als die der Stammform aller Tunikaten ähnlichsten Formen betrachtet, wird bei Ascidien, Pyrosomen und Salpen, deren ausgebildeter Körper lediglich dem Appendicularienrumpf entspricht, nach einer Segmentirung gar nicht suchen, wenigstens nicht nach einer solchen Gliederung, die auf die der Vertebraten zurückbezogen werden könnte. So wird man auch die zahlreichen Reihen Kiemenspalten der Ascidien (bei den Pyrosomen wird, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, eine jede Reihe zahlreicher kleiner Spalten durch eine Querspalte vertreten) als eine Komplikation im Bau des Kiemendarmes auffassen müssen, die erst innerhalb des Tunikatentypus allmählich zur Entwicklung gelangt ist.

[1]) Ich darf an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass allerdings Ussoff (**33**, Tafel II, Fig. 11) am Gehirne drei Partien unterscheidet und, wie es scheint, als drei besondere Ganglien auffasst, und dass auch Lahille (**12**, p. 53) bei *Oikopleura spissa* drei gesonderte Ganglien beobachtet haben will.

Im Gehirn aber fehlt eine solche metamerenähnliche Weiterbildung; nur die Zahl der austretenden Nervenpaare kann eine Steigerung erfahren.

2. Die Flimmergrube.

Die Flimmergrube, Huxley's *ciliated sac*, bildet eine ziemlich feine Röhre, die dorsal in der Medianebene, dicht ventral unter dem Ganglion liegt, vorn am Flimmerbogen in den Kiemendarm mündet und hinten blind geschlossen endigt. Da sich die Dorsalwand dem Ganglion dicht anlegt, ist das Gebilde gekrümmt. Die konkave Seite ist dorsalwärts und ein wenig nach vorn zu gerichtet (Fig. 9, Tafel II). Das Lumen ist im Hinterende sehr fein, erweitert sich nach vorn zu ein wenig, um dann nahe der Mündung trichterförmig anzuschwellen. Die Wandung ist ein durchaus einschichtiges Epithel, das im gesammten Vorderabschnitt Cilien trägt. Im Blindende habe ich eine Bewimperung nicht nachweisen können. Die Zellen sind prismatisch und verhältnissmässig hoch (Fig. 7, Tafel II); an den Stellen, an welchen das Lumen sich verengt, übertrifft die Wanddicke den Durchmesser des letzteren (vergl. Fig. 8, Tafel II).

Die physiologische Bedeutung dieses Organs ist bekanntlich vielfach erörtert und in verschiedenster Weise gedeutet worden; sie ist bis auf den heutigen Tag nicht völlig aufgeklärt. Verbreitet sind namentlich die Auffassungen, dass die Flimmergrube ein Sinnesorgan (Geruchsorgan) oder ein Exkretionsorgan sei. Da nur die Beobachtung des lebenden Objektes darüber Aufklärung geben kann, bin ich nicht in der Lage, hier einen bestimmten Standpunkt durch neue Gründe vertreten zu können. Nur möchte ich hervorheben, dass die entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen zu Gunsten der Deutung als Sinnesorgan sprechen.

Vielleicht noch mehr umstritten als die funktionelle Bedeutung ist die morphologische, die Frage nach dem Homologon dieses Organs in anderen Thiertypen. Durch die neuerdings immer mehr in Anwendung gebrachte Benennung der Flimmergrube als »Hypophysis« hat die Auffassung, dass es sich um ein Homologon mit dem gleichbenannten Vertebratengebilde handelt, einen scharfen Ausdruck erhalten. Ich habe hier, so wie bisher stets, diese Bezeichnung vermieden und die alte als »Flimmergrube« beibehalten, weil mir jene Homologie völlig unbewiesen und ganz unwahrscheinlich erscheint.

Wie oben bereits erwähnt wurde (p. 16), habe ich den Nachweis geliefert, dass die Flimmergrube lediglich aus dem primären Nervenrohr hervorgeht, dessen Lumen sich in den Hohlraum der ersteren verwandelt. Nun hat freilich Salensky (**25**) behauptet, dass bei der Bildung der vier ersten Ascidiozooide am Cyathozooid die Vorgänge etwas anders sich abspielen sollen. Nur vorübergehend soll nämlich eine Sonderung der primären Nervenblase in Ganglion und primitive Flimmergrube erfolgen, dann aber aus dieser gesammten Anlage ausschliesslich das definitive Ganglion sich bilden, während die bleibende Flimmergrube als eine Neubildung vom Kiemendarme aus sich hervorstülpe. Mir erscheint aber diese Auffassung von Salensky nicht genügend sicher begründet, und ich halte ihr gegenüber an meinen abweichenden Befunden bei der späteren Knospung der Pyrosomen in allen Einzelheiten fest.

So wie in der Knospenentwicklung der Pyrosomen geht auch in der Embryonalentwicklung der Ascidien nach den übereinstimmenden Angaben der neueren Autoren, die ich durchaus bestätigen kann, die Flimmergrube aus dem primären Nervenrohr hervor. Wenn Willey (Studies on the Protochordata II. In: Quart. Journ. Microsc. Scienc. Vol. 35, 1893), dennoch, trotzdem seine eigens darauflhin gerichteten Beobachtungen ein entgegengesetztes Ergebniss zeigten, den Vordertheil der Flimmergrube als eine von der ektodermalen Mundbucht aus entstandene Ausstülpung betrachtet, um an der Homologie mit dem drüsigen Theil der Vertebratenhypophysis festhalten zu können, so wird diesem Verfahren nur wenig Bedeutung beigemessen werden dürfen. Die entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen sind wenig geeignet, die angedeutete Homologie der Flimmergrube und der Hypophysis der Vertebraten zu stützen, geschweige denn zu erweisen; sie scheinen mir viel mehr darauf hinzudeuten, dass so weitgehende Uebereinstimmungen zwischen Tunikaten und Wirbelthieren überhaupt nicht bestehen. Bemerkenswerth bleibt es immerhin, dass unter denjenigen, welche diese beiden Thiertypen in die allerinnigsten Beziehungen zueinander bringen, bezüglich der Deutung der Flimmergrube so wenig Uebereinstimmung herrscht und ein unsicheres Hin- und Herschwanken sich zeigt, wo man eine präcise Deutung erwarten sollte. Schon bei der Vergleichung mit dem »allernächst verwandten« *Amphioxus* herrscht Unsicherheit. Während Hatschek die Flimmergrube der Tunikaten mit dem Wimperorgan (praeoral pit) des *Amphioxus* vergleicht, schliesst sich Willey einer älteren Deutung Ganin's an und homologisirt die Tunikaten-Flimmergrube mit der Flimmergrube oder der Kölliker'schen Geruchsgrube des *Amphioxus*. Ich füge noch hinzu, dass neuerdings Davidoff, im Anschlusse an Beobachtungen und Deutungen Kupffer's, die Mundhöhle der Tunikaten mit der Vertebratenhypophysis identificirt; und so wird die Homologie der Flimmergrube vollends widerspruchsvoll.

3. Die Subneuraldrüse.

Ziemlich spät entsteht an der Ventralwand der Flimmergrube durch Ausstülpung oder Wucherung der Zellen ein kleines Gebilde (vergl. Fig. 8, Tafel II), dessen physiologische und morphologische Bedeutung nicht minder unsicher ist als die der Flimmergrube selbst: die Subneuraldrüse. Bei alten *Pyrosoma giganteum* fand ich sie erbsenähnlich, an einer kleinen Stelle mit der ventralen Flimmergrubenwand verwachsen. Ob hier eine Kommunikation der Lumina stattfindet, konnte ich nicht sicher erkennen; in jüngeren Thieren und Knospen ist sie zweifellos vorhanden, es ist aber wohl möglich, dass sie sich später vollständig schliessen kann. Damit würde sich wenigstens am besten vereinbaren lassen, dass ich manchmal die Subneuraldrüse als ein allseitig geschlossenes und vollständig isolirtes Säckchen zwischen Flimmergrube und Flimmerbogen angetroffen habe. Zweifellos war in diesen Fällen durch mechanische Verletzungen bei der Konservirung oder beim Fange eine Trennung der beiden verwachsenen Organe erfolgt.

In nur wenigen Exemplaren war die Erhaltung günstig genug, um die Blasenwand als ein einschichtiges, cylindrisches oder kubisches Epithel zu erkennen. In vielen Fällen schien die Wand nicht glatt, sondern unregelmässig gefaltet zu sein. Die feinere Beschaffenheit der

Zellen, die in jungen Thieren Drüsenzellen ähnlich sind, konnte ich bei alten Pyrosomen nicht erforschen. Einige Male (vergl. Fig. 9, Tafel II) habe ich im Innern des Bläschens kleine rundliche und kugelähnliche Gebilde wahrgenommen, welche Otolithen äusserst ähnlich sahen. Dass die Subneuraldrüse von einem Nervenästchen versorgt werde, konnte ich nicht feststellen.

Bei *Pyrosoma giganteum* hat bereits Huxley (**7**, p. 209) die Subneuraldrüse beobachtet und ganz kurz mit folgenden Worten beschrieben: »The middle of the haemal side of the sac (Flimmergrube) sometimes appears to be connected with a spheroidal tubercle, whose axis forms nearly a right angle with that of the sac«. Ussoff, dessen Zeichnungen allerdings nicht ganz korrekt sind, deutet, wenn ich den russischen Text richtig verstehe, dieses Gebilde als eine Otolithenblase, die eine grössere Anzahl runder Einschlüsse enthielte (**33**, Fig. 7, Tafel I). Lahille fand das »organe neural ou glande neurale« stets nur im embryonalen Zustand als eine Ausbuchtung der Wand der Flimmergrube in weiter Kommunikation mit dem Lumen der letzteren.

Die Homologie der Subneuraldrüse der Pyrosomen mit der sog. Hypophysisdrüse der Ascidien ist wohl nicht zu bezweifeln, die physiologische Bedeutung ist aber hier ebenso dunkel wie dort. Es ist immerhin möglich, dass die Subneuraldrüse vielleicht ebenso wie der hintere, röhrenförmige und wimperlose Abschnitt der Flimmergrube (zwei Gebilde, die übrigens vielfach nicht scharf auseinander gehalten, sondern als ein einheitliches Organ betrachtet wurden) ausschliesslich sekretorische Bedeutung besitzen. Vielleicht aber stellt die Subneuraldrüse der Pyrosomen eine echte Otolithenblase dar. Ich kann nur bedauern, dass die ungünstige Konservirung des Materials mir die Entscheidung darüber unmöglich machte, denn die Angaben Ussoff's allein scheinen mir nicht genug überzeugend zu sein. Die Entwicklungsgeschichte würde allerdings für eine solche Funktion sprechen, und dadurch wäre auch eine nähere Uebereinstimmung mit den Appendicularien gewonnen.

So wie die Flimmergrube selbst hat man auch die ihr entstammende Subneuraldrüse mit bestimmten Gebilden der Vertebraten zu homologisiren versucht. Mit ebenso geringem Erfolg, wie ich glaube. Wie schon die Bezeichnung als »Hypophysisdrüse« andeutet, hat man in einem bestimmten Abschnitte der Vertebratenhypophysis das Homologon dieses Gebildes bereits gefunden. Nur weichen schon bei der Vergleichung mit dem *Amphioxus* die Ansichten auseinander. Während Hatschek die Subneuraldrüse der Tunikaten der Flimmergrube oder Geruchsgrube des *Amphioxus* homologisirt, soll nach Willey die erstere beim *Amphioxus* überhaupt gänzlich fehlen.

4. Das Sehorgan.

Von Sinnesorganen habe ich nur das Auge bei allen Arten angetroffen. Bereits 1851 hatte Huxley (**6**, p. 583) das Sehorgan bei *Pyrosoma atlanticum* bemerkt; in der Deutung aber war er im Irrthum, denn er bezeichnet es als »a mass of deep red otolithes«, welche mit dem Hinterende des Ganglions verbunden sei. Später konnte er dasselbe Gebilde bei *Pyrosoma giganteum* nicht auffinden (**7**, p. 208), offenbar deshalb, weil das Pigment durch den Alkohol extrahirt war. Soviel ich aus den Abbildungen entnehmen kann, fand Ussoff (**33**, Fig. 8,

Tafel II) das Auge sehr komplicirt gebaut, mit Linse und Cornea versehen; aber es scheinen mir seine Befunde nicht frei von Irrthümern zu sein, was wohl schon daraus hervorgeht, dass selbst die Lage nicht genau wiedergegeben ist.

Die Konservirung war leider durchweg eine so ungenügende, dass ich über den feineren Bau des Auges nur wenig berichten kann. Im allgemeinen herrscht eine hohe Uebereinstimmung mit dem Bau der Salpenaugen, besonders der hufeisenförmigen mancher Solitärformen. Bei den Pyrosomen liegt ebenfalls ein äusserer Pigmentbecher von hufeisenähnlicher Form dem zum Sehorgan umgebildeten Gehirntheil auf, und zwar liegt er an der hinteren und ventralen Seite des Ganglions (Fig. 8—10, Tafel II). Das Pigment ist rothbraun und schien mir bei *Pyrosoma aherniosum* stärker entwickelt zu sein als bei *Pyrosoma giganteum*. Ueber die Form und sonstige Beschaffenheit der Zellen, welche das Pigment führen, kann ich nichts aussagen; man wird aber wohl mit Recht die Pigmentzellen als besonders differenzirte Elemente der peripheren Schicht des Ganglions selbst betrachten dürfen.

Nach innen zu vom Pigmentbecher liegt die Retina, deren Struktur aber in allen Präparaten und Schnitten unerkennbar war. Eine fein granulirte Masse vertrat ihre Stelle. Bei früherer Gelegenheit aber habe ich in ihr deutlich mit Sehstäbchen ausgezeichnete Zellen zu erkennen vermocht, die mit Ganglienzellen des Gehirns in Verbindung zu stehen schienen.

IV. Das Entoderm.

1. Das Entoderm des Schlundrohres und der Flimmerbogen.

Das verdickte Epithel des unpaaren Ventraltentakels und des den Mundeingang umsäumenden krausenartigen Gebildes geht nach innen zu in das flache Entodermepithel des Schlundrohres über. Bei *Pyrosoma giganteum* ist das Schlundrohr zu einem überaus schlanken Kamin ausgezogen, der an Länge den ganzen übrigen Körper übertreffen kann (Fig. 3, Tafel I). Auch bei *Pyrosoma aherniosum* (Fig. 1, Tafel V) ist das Schlundrohr sehr lang, zeigt sich aber nach vorn zu weniger stark verjüngt und endigt horizontal, während bei *Pyrosoma giganteum* die Mundöffnung schräg nach der Ventralseite geneigt ist. Stets ist das Epithel sehr fein und besteht aus Plattenzellen, die bei Flächenansicht polygonal erscheinen.

Hinten endigt das Schlundrohr beim Flimmerbogen, der genau den nämlichen Bau zeigt wie bei anderen Tunikaten. Huxley hat ihn für *Pyrosoma giganteum* beschrieben und als *peripharyngeal ridge* oder *ciliated band* bezeichnet. Die französischen Autoren nennen ihn *gouttière péripharyngienne* oder *sillon péricoronal*. Der Flimmerbogen bildet einen Querreifen, der ventral in der Medianebene am Vorderende des Endostyls nicht ganz geschlossen ist, sondern daselbst in die beiden seitlichen, den Endostyl begleitenden Längsflimmerbänder übergeht (*fl* in Fig. 19, Tafel II, Fig. 18, Tafel VI). Auf seinem ganzen Verlaufe ist er sehr schmal, nur wenige Zellen breit: nur dorsal, in der Medianebene, wo die Flimmergrube sich öffnet, gewinnt er eine beträchtlichere Breite (Fig. 9 und 10, Tafel II). Er besteht aus einer Schicht cylindrischer Wimperzellen, die sich nach vorn und hinten zu scharf gegen das Plattenepithel

des Schlundes und Kiemendarmes abgrenzen und nach der inneren Seite zu, an der die Wimpern sitzen, vorwölben (Fig. 14, Tafel I). In jugendlichen Stadien sind die Kerne stäbchenförmig längsgestreckt und stehen ziemlich regelmässig, 5—7 an der Zahl, nebeneinander, sodass sich hieraus die Zahl der die Breite des Flimmerbogens bildenden Zellen deutlich bestimmen lässt (Fig. 13, Tafel I). Bei zunehmendem Alter erfährt dann allerdings diese regelmässige Stellung Störungen. Die Kerne verschieben sich und gewinnen auch meist eine mehr rundliche Form.

Die physiologische Bedeutung des Flimmerbogens hat zuerst Fol (Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine. 1872. Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunicaten. Morph. Jahrb. Bd. I. 1876) klargelegt. Die vorn aus dem Endostyl austretenden Schleimmassen werden durch die Flimmerbewegung des Flimmerbogens gegen den Rücken zu geführt, indem sie dabei Fransen oder langgezogene Lamellen bilden, in welchen die mit dem Athmungswasser eingetretenen Nahrungstheilchen aufgefangen und festgehalten werden. Dorsal werden dann Schleim und Nahrungstheilchen zum »Ernährungsfaden« zusammengeballt, der füglich in den Verdauungstraktus eintritt.

Auch für den Flimmerbogen hat man bei den Vertebraten nach einem homologen Organ gesucht, und Dohrn (vergl. besonders dessen »Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers XII«. Mitth. d. zoolog. Station Neapel. Bd. 7. 1887.) glaubt dasselbe in der Pseudobranchialrinne und im Spritzloch gewisser Fische gefunden zu haben. Ich meine, dass selbst derjenige, welcher noch so geneigt ist, die engsten verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen beiden Thiertypen anzunehmen, diesen gewagten Spekulationen Dohrn's nicht folgen kann, wenn er nämlich den Tunikatenorganismus nur einigermassen kennt. Bei den Appendicularien, die als die ursprünglichsten Formen betrachtet werden müssen, beginnen die beiden Schenkel des Flimmerbogens vorn am Endostyl, durchziehen seitlich, indem sie dorsal und nach hinten sich erstrecken, den gesammten Kiemendarm und setzen sich ganz kontinuirlich in das Flimmerepithel des Oesophagus fort. Ein solches Verhalten bei den ursprünglichsten Tunikaten ist mit jener Hypothese unvereinbar. Nirgend zeigt ferner die Entwicklung des Flimmerbogens eine Phase, die auf eine ursprüngliche Kiemenspalte hindeuten würde. Im Gegentheil erhebt sich der Flimmerbogen von allem Anfange an mit seiner konvexen Krümmung in das Darmlumen, während die Kiemenspalten als Ausstülpungen der Darmwand nach aussen zu sich anlegen. Endlich entwickeln zahlreiche Ascidien auch im Bereiche des eigentlichen Kiemendarmes, zwischen den Kiemenspaltenreihen, in grösserer Zahl ganz ähnliche Wimperbogen, welche den Beweis dafür liefern, dass reifenförmige, bewimperte Verdickungen der Entodermwand selbständig bei Tunikaten auftreten können, ohne von den angeblichen Vertebratenvorfahren vererbt zu sein. Ich betrachte daher den Flimmerbogen als eine im Tunikatenstamm aufgetretene und diesem eigenthümliche Bildung.

2. Der Kiemendarm.

Der Bau des Kiemendarmes erweist sich als recht verwickelt, und es soll daher der besseren Uebersicht wegen die Besprechung in mehreren Abschnitten erfolgen. Als deutlich

gesonderte Theile lassen sich die beiden seitlichen, von den Kiemenspalten durchsetzten Wände, ferner eine dorsale, eine ventrale und endlich eine hintere Wand unterscheiden.

a. Die Kiemen.

Die beiden Seitenwände des Kiemendarmes funktioniren als Kiemen. Die innere Wand der Peribranchialräume verwächst an bestimmten, hintereinander liegenden Stellen mit der Entodermwand; in der Mitte jedes Verwachsungsstreifens bildet sich dann eine Perforation, die sich rasch zu einem quergestellten Spalt ausdehnt und über die ganze Seitenwand vom Bauch bis zum Rücken hin erstreckt. So sind zahlreiche hintereinander liegende Querspalten gebildet: die Kiemenspalten, durch welche Darmlumen und Peribranchialräume miteinander kommuniciren. Zwischen den Spalten verlaufen in dorso-ventraler Richtung die von der Kiemendarmwand und dem inneren Peribranchialepithel umschlossenen Blutbahnen. Ausserdem erhebt sich die Kiemendarmwand in zahlreicheren, die ganze Länge durchziehenden Längsfalten, sodass die Kieme bei Flächenansicht unter dem Bilde eines aus senkrecht sich kreuzenden Stäben zusammengesetzten Gitterwerkes erscheint, in welchem jeder Stab durch ein Gefäss dargestellt wird.

Die zwischen den Kiemenspalten verlaufenden Quergefässe besitzen 4 Wände, wie man aus frontalen Längsschnitten (Fig. 1, Tafel II; Fig. 6, Tafel VI) leicht entnehmen kann. Die innere Wand ist vollständig entodermal und bildet ein sehr feines Plattenepithel.

Die vordere und hintere Wand, die die Kiemenspalten begrenzen, bestehen aus hohen prismatischen Zellen. Diese sind in ganz regelmässiger Weise so angeordnet, dass 5 bis 7 Zellen in einer Querreihe, welche der Tiefe einer Spalte entspricht, nebeneinander stehen. Fig. 3, Tafel II zeigt dieses Verhalten bei der Betrachtung der Kiemenspaltenwand von der Fläche aus für *Pyrosoma giganteum*, und der in Fig. 19, Tafel VI abgebildete Querschnitt durch *Pyrosoma aherniosum* stimmt damit völlig überein. Die Kerne sind stäbchenförmig, in der Verlaufsrichtung des Quergefässes lang gestreckt; in den frontalen Längsschnitten durch den Kiemendarm (Fig. 1, Tafel II) erscheinen sie daher nur als kleine rundliche Gebilde. Auf der der Kiemenspalte zugekehrten Seite tragen die Zellen Cilien, die die Länge des Zellkörpers um ein mehrfaches übertreffen und fast bis zur Mitte der Spalte reichen (vergl. Fig. 5, Tafel II). Die Cilien sind ziemlich derb und sehr resistenzfähig, auch in längst abgestorbenen Thieren sind sie noch nachweisbar. Mit einem verdickten Ende senken sie sich in den kutikularen Randsaum des Zellkörpers ein. An besonders günstig konservirten Thieren konnte ich feststellen, dass das innere Cilienende bis an den Kern herantritt (Fig. 6, Tafel VI). Namentlich bei *Pyrosoma aherniosum* liess sich das leicht erkennen, aber ich glaube, dass es sich überall so verhalten werde. Damit würden die zahlreichen Beobachtungen, welche die Geisseln der Protozoën und die Wimpern gewisser Flimmerepithelien bei Metazoën mit dem Zellkern im Zusammenhange stehend erkannt haben, in vollster Uebereinstimmung stehen. — Zum allergrössten Theil wohl entstehen diese Cilienwandungen der Kiemenspalten aus dem Entoderm des Kiemendarmes. Inwieweit sich das Innenepithel der Peribranchialräume an ihrer Bildung betheiligt, lässt sich kaum sicher feststellen.

Die äussere Wand der Quergefässe, die gleichzeitig die Innenwand der Peribranchialräume bildet, stellt überall ein zartes Plattenepithel dar und entwickelt sich ganz und gar aus den Peribranchialröhren des Stolo prolifer.

Während die Zahl der Kiemenspalten und Quergefässe in den ältesten von mir beobachteten Thieren *(Pyrosoma giganteum)* auf über 40 steigt, waren sehr selten mehr als 16 Längsgefässe vorhanden. In jungen Knospen stellen diese Längsgefässe aus einem gleichartigen kubischen Epithel bestehende Längsfalten dar, die besondere Abschnitte der primären Leibeshöhle umschliessen und Blutflüssigkeit führen. In alten Thieren erfahren die verschiedenen Theile der Gefässwandung eine verschiedene Differenzirung. Man kann sich davon am besten durch Querschnitte überzeugen. Auf dem Kamm der Längsfalten, der ein wenig dorsalwärts gerichtet ist, liegen ziemlich dicke, prismatische oder kubische Zellen, die je einen verhältnissmässig grossen, bläschenförmigen Kern führen. In ziemlich regelmässiger Weise stehen hier die Zellen in drei Reihen nebeneinander, nur hin und wieder schiebt sich eine vierte ein. Der übrige Theil der Faltenwand besteht aus einem flachen Epithel. Nur auf der der Ventralseite zugekehrten Wand bildet sich eine Reihe verdickter, Wimpern tragender Erhebungen aus (Fig. 5, Tafel II). Wie aus den Querschnitten (Fig. 12—14, Tafel II) zu entnehmen ist, besteht eine jede solche Stelle nur aus einer oder höchstens zwei Zellen, deren Körper durch beträchtlichere Dicke von den benachbarten feinen Plattenzellen sich abhebt. Im Bereiche einer Kiemenspalte erscheinen die Längsgefässe vollständig geschlossen (Fig. 14); zwischen den Spalten, in den Höhen der Quergefässe (Fig. 12 und 13) öffnen sie sich in diese letzteren. An diesen Verbindungsstellen der Quer- und Längsgefässe bilden sich sackartige und kreuzförmige Erweiterungen (Fig. 5, Tafel II), die durch je einen Querspalt sich in die Quergefässe öffnen (Fig. 12), mit den Längsgefässen aber nur durch einen so schmalen Längsspalt kommuniciren, dass die Blutzellen nicht hindurch können. Eine Vergleichung der beiden Abbildungen Fig. 1 und 2, Tafel II, welche frontale Längsschnitte durch den Kiemenkorb darstellen, die genau durch eine Längsfalte und zwischen zwei Falten geführt worden sind, wird diese beschriebenen Verhältnisse vollends klar legen.

Bei den anderen Pyrosomen ist der Bau der Kiemen der gleiche. Bei *Pyrosoma aherniosum* schienen mir die Längsfalten durch etwas dickere Wandungen sich auszuzeichnen und weniger tief in das Darmlumen hineinzuragen (Fig. 19, Tafel VI), doch war auch hier der verdickte Faltenkamm gegen die Rückenseite gerichtet, während die etwas dichter aneinander gerückten Wimperzellen an der Ventralwand lagen (Fig. 2, Tafel VI). Wenn auch nicht ausnahmslos, so bemerkte ich doch sehr häufig, dass die längsgestreckten Kerne der flachen Epithelzellen ziemlich regelmässig in Querreihen angeordnet waren, ähnlich wie es im Cilienepithel der Kiemenspalten und im jugendlichen Flimmerbogen der Fall ist. Auch im Bereiche der Kiemenspalten erscheint das Längsgefäss etwas anders als bei *Pyrosoma giganteum*. In Querschnitten (Fig. 20 A und B, Tafel VI) sieht man es mehr rundlich gestaltet und mit wenig umfangreichem Lumen.

Ganz besonders bemerkenswerth scheinen mir gewisse Abnormitäten zu sein, die namentlich bei älteren Thieren nicht gar zu selten am Kiemenkorbe auftreten. Auch in ganz jungen Kolonien sind sie, wenn auch freilich nur ganz vereinzelt, nachzuweisen. In den kleinen,

20—24 mm langen Stöckchen von *Pyrosoma atlanticum* habe ich häufig schon bei der oberflächlichen Betrachtung mit blossem Auge die Thiere, deren Kiemendärme Abnormitäten aufwiesen, daran zu erkennen vermocht, dass sie sich mit ihren Oralenden über die sonst glatte Oberfläche des gemeinsamen Mantels erhoben, dass also ihre Vorderkörper durch beträchtlicheres Längenwachsthum ausgezeichnet waren. Ein untrügliches Merkmal ist das aber nicht, und ich habe manchmal in dem herauspräparirten Thiere einen ganz normal geformten Kiemendarm angetroffen. Normaler Weise bilden sich neue Kiemenspalten nur am vorderen und hinteren Ende des Kiemendarmes; vorn: ziemlich in der Mitte der Breite, dicht hinter dem Flimmerbogen, hinten: ventral nahe dem Endostyl. So wie bereits Herdman (5) sah ich aber zuweilen neue Spalten auch zwischen den alten auftreten und zwar sowohl am ventralen als auch am dorsalen Rande des Kiemendarmes. Fig. 1, Tafel VI zeigt ein solches Vorkommen bei *Pyrosoma ahernosum*; auch bei den anderen Species habe ich es in ganz ähnlicher Weise angetroffen.

Wichtiger noch ist die Theilung einer grossen Querspalte in zwei kleinere, ein Vorkommen, das ich mehrere Male bei allen Arten angetroffen habe. Doch zeigten nur eine oder höchstens zwei Spalten eines Thieres eine derartige Umbildung. In Fig. 8, Tafel III habe ich eine solche abnorm entwickelte Stelle von *Pyrosoma atlanticum* abgebildet. Hinter einer auf der Dorsalseite neu sich einschiebenden Spalte bemerkt man eine alte, die in zwei bereits vollkommen getrennte zerfallen ist. Allerdings liesse dieses Stadium allein, ohne Kenntniss von Zwischengliedern auch eine andere Deutung zu, nämlich die, dass hier gleichzeitig zwei neue Spalten in gleicher Höhe, die eine am dorsalen, die andere am ventralen Rande, zwischen zwei alten aufgetreten seien und sich fast bis zur gegenseitigen Berührung ausgedehnt hätten. Dass ein solches Vorkommen stattfinden könne, will ich nicht in Abrede stellen, wenngleich ich für die hier behandelten Fälle die andere Deutung geben muss. Sie wird durch den in Fig. 6, Tafel II gezeichneten Befund an einem *Pyrosoma giganteum* bekräftigt. Das Dorsalende einer alten Spalte hat sich ganz selbständig abgeschnürt. Das histologische Verhalten der Wandungen dieser kleinen Spalte beweist, dass keine Neubildung, sondern nur eine Abtrennung eines Stückes einer alten Kiemenspalte vorliegt. Die unmittelbar davor gelegene Spalte zeigt an ihrer Vorderwand bereits eine Einkerbung, die ebenfalls den Beginn einer Zerlegung in zwei Theile andeutet.

Ich lege auf den Nachweis dieser abnormen Theilungen deshalb besonderen Werth, weil mir dadurch die Bedeutung der einzelnen Kiemenspalten der Pyrosomen und die Vergleichung mit den Spalten der anderen Tunikaten, worüber immer noch verschiedene Ansichten herrschen, vollkommen klar gestellt zu werden scheinen. Wie von Van Beneden und Julin, von Garstang, von mir und von Willey für verschiedene einfache und zusammengesetzte Ascidien nachgewiesen worden ist, bilden sich die Kiemenspalten nach zwei verschiedenen Typen. Einmal entsteht, wie schon längst bekannt war, jede Spalte als eine besondere Perforation. Beim zweiten Typus bilden sich zuerst Primärspalten, welche hintereinander liegen und von denen jede sich durch die ganze Breite des Kiemendarmes, vom Bauch bis zum Rücken erstreckt. Später zerlegen sich diese Primärspalten in eine Querreihe kleinerer sekundärer Spalten.

Eine jede definitive Kiemenspalte der Pyrosomen entspricht nun einer primären gewisser Ascidienlarven und demnach einer ganzen Querspaltenreihe der ausgebildeten Form. Bei den Pyrosomen unterbleibt eben die Theilung, die bei den Ascidien auftritt, und nur abnormer Weise kann sie hin und wieder erfolgen. Es ist also unrichtig, wenn man, wie es mehrfach geschehen ist, die Pyrosomen im Gegensatze zu den Ascidien nur mit einer einzigen Reihe Kiemenspalten ausgestattet betrachtet.

Für die systematische Stellung der Pyrosomen ist die Entscheidung der Frage von ausschlaggebender Wichtigkeit, ob diese Eigenthümlichkeit der Kiemenspalten eine ursprüngliche ist, oder ob bei den Vorfahren der Pyrosomen eine Auflösung einer jeden Querspalte in eine Kiemenspaltenreihe ehemals zwar stattgefunden hat, später aber wieder unterblieben ist. Ich sehe keinen Grund, das letztere anzunehmen und den Kiemenbau der Pyrosomen durch Rückbildung und einfachen Wegfall eines früher komplicirteren Endstadiums auf ein phylogenetisch ursprünglicheres Stadium zurückverlegt zu betrachten. Das oben erwähnte, gelegentlich abnorme Verhalten mancher alten Kiemenspalten beweist durchaus nichts gegen meine Auffassung, dass die Pyrosomen ursprünglichere Formen seien und von Synascidien ähnlichen, mit Kiemenspaltenreihen versehenen nicht abstammen könnten. Ich betrachte vielmehr nach wie vor die Pyrosomen als eine solche Tunikatengruppe, welche stets frei lebende Vorfahren besessen hat, und nicht als losgelöste, freischwimmende Synascidienkolonien. —

Die Kiemen der Pyrosomen wurden 1815 von Lesueur (**14**) zuerst nachgewiesen, und hauptsächlich auf Grund dieser Entdeckung wurde die hohe Uebereinstimmung mit den Ascidien in richtiger Weise klargestellt. Ganz unabhängig davon gab Savigny (**26**) eine eingehendere Darstellung der Kiemen, in welchen er das gitterförmige Gefässsystem entdeckte. Dass die Kiemen Theile des zu respiratorischen Zwecken umgebildeten vordersten Darmabschnittes sind, ist ihm freilich noch entgangen. Er kannte nicht die Rückwand des Kiemendarmes, sondern nur zwei seitliche, frei suspendirte Kiemenblätter, zwischen welchen hindurch das durch das Osculum eingetretene Athmungswasser direkt in den hinteren, die Eingeweide umgebenden Theil der Körperhöhle (d. i. die Kloakenhöhle) gelangen könne, um durch die hintere Oeffnung zugleich mit den Exkrementen wieder nach aussen befördert zu werden. Als Mundöffnung wurde daher auch nicht die Ingestionsöffnung, sondern der Eingang in den Verdauungstraktus am Grunde des Kiemendarmes angesehen.

Erst Huxley giebt 1859 (**7**) in seiner zweiten Arbeit die richtige Deutung der Pyrosomen-Kieme, indem er diese als die eigenartig differenzirten Seitentheile des vorderen Darmabschnittes, des Pharynx, erkennt. Seine Darstellung des Kiemenbaues ist bis auf den heutigen Tag mustergültig geblieben, und ich konnte hier nur einige histologische Details seinen Angaben hinzufügen.

b. Der Endostyl.

Die Bauchwand des Kiemendarmes wird von dem eigenartigen Gebilde eingenommen, das Huxley als Endostyl bezeichnet hat. Nur durch Querschnitte erhält man einen Einblick in den Bau dieses Organes, und so lange die mikroskopische Technik dahin noch nicht gelangt

war, gute Serienschnitte durch wohl konservirte Endostyle herzustellen, sind alle Angaben über deren Bau ganz ungenau gewesen. Schon Savigny hat den Endostyl gesehen und als *sillon dorsal* oder *cordons intérieurs* bezeichnet. Huxley hat ihn anfänglich (6) als ein ganz isolirtes, stabförmiges Gebilde betrachtet, das im »dorsalen« Blutsinus liege, später aber (7, p. 205) in Querschnitten richtig erkannt, dass es sich nur um eine besonders differenzirte Längsfalte in der Medianebene des Kiemendarmes handle. Da er aber die alte Orientirung des Tunikatenkörpers, die bereits Cuvier und Savigny zu begründen versucht hatten, festhält, bestimmt für ihn der Endostyl die Rücken- und nicht die Bauchseite. —

Durch zwei tiefe, gegen das Lumen des Kiemendarmes zu gerichtete Längsfalten wird die gesammte Medianzone der ventralen Kiemendarmwand sehr frühzeitig in der Entwicklung scharf abgegrenzt. Ich habe diese Falten als Bauchfalten bezeichnet, während die von ihnen eingeschlossene Medianpartie den eigentlichen Endostyl darstellt.

Am Boden der Bauchfalten bleibt das Epithel cylindrisch oder kubisch und gewinnt gegen die Kiemendarmhöhle zu eine feine Bewimperung, während seitlich davon ein äusserst feines Plattenepithel sich bildet. So entstehen also zwei den Endostyl in seiner ganzen Länge begleitende Längsflimmerstreifen (*fl*, Fig. 19, Tafel II; Fig. 18, Tafel VI), die nach vorn zu in den Flimmerbogen, nach hinten zu in den medianen Flimmerkamm der Hinterwand des Kiemendarmes sich fortsetzen. Huxley, dem diese Verhältnisse nicht entgangen sind, hat die Falten *epipharyngeal folds* genannt, eine Bezeichnung, die aber zu der verkehrten Orientirung des Gesammtkörpers in Beziehung steht und deshalb jetzt nicht mehr zweckmässig erscheint.

Der eigentliche Endostyl bildet eine tiefe Rinne, die Hypobranchialrinne, deren konvexe Seite gegen die Leibeshöhle gekehrt ist. Am vordersten Ende schliesst sich die Rinne zu einem Rohre, welches wie ein kurzer, dickwandiger Blindsack dem eigentlichen Rinnentheile aufsitzt. Ebenso setzt sich am Hinterende der Endostyl in eine Röhre fort, den Endostylfortsatz, aus dem das Entodermrohr des Stolo prolifer hervorgeht. Im Endostylfortsatz ist aber die histologische Beschaffenheit der Wandung bereits eine ganz andere als im Endostyl selbst. Die Zellen sind dort nämlich ziemlich gleichartig, kubisch oder prismatisch.

Der Endostyl ist streng bilateral symmetrisch gebaut; es lassen sich eine rechte und linke Hälfte unterscheiden, die durch einen unpaaren, medianen Längsstreifen verbunden werden. Jede Hälfte besteht aus drei Längs- oder Hauptstreifen, einem dorsalen, einem mittleren und einem ventralen, und zwei diese untereinander verbindenden, ebenfalls in der Längsrichtung verlaufenden Zwischenstreifen, einem dorsalen und einem ventralen.

Bei *Pyrosoma giganteum* (Fig. 19, Tafel II) verhalten sich die drei Hauptstreifenpaare histologisch ziemlich gleichartig. Sie bestehen aus einer Schicht sehr hoher, pyramidenförmiger oder kegelähnlicher Zellen, deren Spitzen nach dem Lumen, deren breite Basaltheile nach der Leibeshöhle gekehrt sind. Im Basaltheil ruht der grosse bläschenförmige Kern. Die Zellkörper sind plasmareich und leicht intensiv färbbar. Die Spitzen der Zellen der beiden Dorsalstreifen habe ich häufig pigmentirt gefunden, und zwar erschien in dem konservirten Material das Pigment tiefdunkel, fast schwarz. Ob in den Fällen, in welchen das Pigment nicht nachweisbar war, nur eine Auflösung desselben durch die Reagentien stattgefunden hat,

oder ob es auch im lebenden Thiere fehlte und demnach individuelle Verschiedenheiten vorhanden sind, vermochte ich nicht zu entscheiden.

Die Zwischenstreifen fand ich weniger gleichartig gestaltet. Die dorsalen Zwischenstreifen sind sehr schmal und erscheinen in den Querschnitten dreikantig zwischen den dorsalen und mittleren Hauptstreifen eingekeilt. Sie sind nur 3—5 Zellen breit. Die Zellen sind ausserordentlich klein, häufig stäbchenförmig, senkrecht zur Oberfläche gestellt und tragen ihre Kerne in verschiedenen Höhen. Eine Bewimperung der freien Enden, die Lahille deutlich wahrgenommen hat, konnte ich nicht klar erkennen, doch möchte ich sie, in Berücksichtigung der ungünstigen Konservirung meines Materials, nicht in Abrede stellen. Lahille fand ferner die dorsalen Zwischenstreifen erheblich breiter als ich sie gesehen habe und lässt sie aus einem sehr dünnen Epithel kubischer Zellen bestehen. Es müssen also beträchtliche individuelle Verschiedenheiten vorhanden sein.

Die ventralen Zwischenstreifen fand ich stärker entwickelt, sowohl breiter als dicker; sie trennen die ventralen und mittleren Hauptstreifen vollständig voneinander ab, sodass diese sich nirgend berühren. Die Kerne liegen in mehreren Schichten übereinander; ich glaube aber doch, dass das Epithel nur einschichtig ist und dass die stäbchenförmigen Zellen durch die ganze Dicke — von der Leibeshöhle bis zum Endostyllumen — hindurch reichen, ihre Kerne aber in verschiedenen Höhen führen. In einigen Schnitten konnte ich eine feine Bewimperung an der Innenseite wahrnehmen.

Der unpaare Medianstreifen ist nur zwei Zellen breit. Die Elemente sind sehr klein, prismatisch und tragen ausserordentlich lange, in das Lumen hineinragende Cilien, welche für die Fortbewegung des von den Seitenwänden secernirten Schleims die grösste Bedeutung haben.

Den Endostyl von *Pyrosoma aherniosum* fand ich davon ein wenig verschieden. Die dorsalen Hauptstreifen übertreffen die anderen noch auffallender an Breite als es bei *Pyrosoma giganteum* der Fall ist, zudem bestehen sie aus bedeutend grösseren Drüsenzellen, deren Plasma sich intensiver färbt als das aller anderen Zellen (Fig. 18, Tafel VI). Die Mittel- und die kleineren Ventralstreifen bieten gegenüber dem oben besprochenen Verhalten keine Besonderheit, nur dass die Zellen etwas kleiner sind. Verhältnissmässig sehr umfangreich erweisen sich die ventralen Zwischenstreifen, sehr schmal dagegen die dorsalen, die nur etwa zwei Zellen breit sind und aus kleinen kubischen Elementen bestehen.

Die physiologische Bedeutung des Endostyls als die eines schleimabsondernden Drüsenorgans ist zuerst durch Fol festgestellt und seither allseitig bestätigt worden. In morphologischer Beziehung hat man versucht, für dieses Organ dadurch ein Verständniss zu gewinnen, dass man es mit der *Thyreoidea* der Vertebraten homologisirte. Demgegenüber muss aber daran erinnert werden, dass eine vergleichende Betrachtung des Endostyls bei den verschiedenen Tunikaten uns eine kontinuirliche Reihe von den primitivsten Anfängen dieses Drüsenorgans bis zu der hier beschriebenen komplicirten Form kennen lehrt. Unter den Appendicularien besteht bei den Fritillarien das ganze Organ nur aus zwei Reihen grosser Drüsenzellen auf dem Boden der Kiemendarmwand. Vier Zellreihen bilden den Endostyl

bei den Oikopleuren, bei *Megalocercus* etc., und zwar erweisen sich die beiden medianen, ventralen Reihen aus anderen Zellen zusammengesetzt als die beiden seitlichen, dorsalen. Damit ist die Differenzirung des bereits rinnenförmig gestalteten Endostyls in mehrere Streifen — es sind hier vier Streifen, jederseits zwei, angedeutet — eingeleitet. Ob der völlige Mangel eines Endostyls bei den Kowalevskiden, die allerdings in den Flimmerzapfen des Kiemendarmes ihnen ganz eigenthümlich zukommende Gebilde besitzen, ein ursprünglicher ist oder durch Rückbildung erklärt werden muss, soll hier unerörtert bleiben. Jedenfalls ist es zweifellos, dass bei den Appendicularien der Endostyl in einer so primitiven Form auftritt, dass dessen selbständige phylogenetische Entstehung aus dem Kiemendarmepithel innerhalb dieser Tunikatenklasse unschwer erfolgen konnte. Dafür, dass der Endostyl der Appendicularien ein rückgebildetes Organ sei, fehlt jeder Beweis, und so wird man denn die komplicirten Endostylformen der übrigen Tunikaten nicht, wie Dohrn will, von einem *Thyreoidea* ähnlichen Gebilde vertebrater Vorfahren, sondern von dem einfacheren Organe der Appendicularien abzuleiten haben.

c. Die Dorsalwand des Kiemendarmes.

Die Dorsalwand des Kiemendarmes, Huxley's *hypopharyngeal band,* besteht aus einem stark abgeflachten Epithel und ist nur dadurch bemerkenswerth, dass sich von ihr aus die Rückenzapfen, Huxley's *languets,* in das Darmlumen erheben. Bei *Pyrosoma giganteum* sind 8—10 Rückenzapfen vorhanden. Sie entstehen als einfache fingerförmige Einstülpungen der Kiemendarmwand und umschliessen daher Ausstülpungen der primären Leibeshöhle resp. Blutbahnen mit Blutzellen. Sie bilden sich nicht in ganz bestimmter Reihenfolge nur am vorderen und hinteren Ende, sondern auch zwischen den alten können neue auftreten. Doch sieht man dicht hinter dem Flimmerbogen gewöhnlich eine kleine Erhebung des verdickten Epithels und dahinter einen weiter entwickelten, aber noch kurzen Rückenzapfen (Fig. 9, Tafel II) als jüngste Bildungen, die das Endstadium nicht erreicht haben.

Die Rückenzapfen sind fast sämmtlich mehr oder minder stark gekrümmt, bald nach vorn, bald nach hinten zu. Auch in ihrem feineren Bau herrschen individuelle Verschiedenheiten, wenngleich alle, ohne Ausnahme, eine einschichtige Epithelwandung besitzen. Wie die durch frontale Längsschnitte ganzer Thiere gewonnenen Querschnitte der Zapfen beweisen (Fig. 15—17, Tafel II), flachen sich die vordere und hintere Wand zu einem Plattenepithel ab, während die seitlichen auf verschieden breiten Strecken ein cylindrisches Wimperepithel erhalten. Ebenso ist die Spitze der Zapfen bewimpert. Häufig breitet sich die Bewimperung auch über einen Theil der Vorderwand, seltener nach hinten zu aus. An der umfangreicheren Basis sind häufig die Wandungen ein wenig gefaltet, an dem spitzeren Ende dagegen stets glatt.

d. Die Hinterwand des Kiemendarmes.

Die Hinterwand des Kiemendarmes, die von der Oesophagusöffnung durchbrochen ist, wurde erst von Huxley nachgewiesen. Savigny hatte sie übersehen. Sie wird von einem sehr feinen Plattenepithel gebildet, das aber nicht in einer Ebene verläuft,

sondern unregelmässig gekrümmt erscheint. Der Verdauungstraktus und bei *Pyrosoma aherniosum* überdies noch der Hoden sind es, welche Erhebungen der Wand gegen die Kiemendarmhöhle bedingen (vergl. Fig. 12—16, Tafel VI). Am dorsalen Ende nimmt der trichterförmig erweiterte Eingang in den Oesophagus mit seinen bewimperten Cylinderzellen fast die ganze Breite der Hinterwand ein, sodass jederseits nur eine schmale Zone wimpernloser, flacher Zellen zwischen dem Oesophagus und den hintersten Kiemenspalten bestehen bleibt (Fig. 11, Tafel V).

Ventral vom Oesophaguseingang, ziemlich genau in der Medianebene erhebt sich der Flimmerkamm, ein Gebilde, das bereits Huxley gesehen und als *posterior epipharyngeal ridge* bezeichnet hat. Der Flimmerkamm ist eine wulstförmige Erhebung des verdickten, aus cylindrischen Zellen bestehenden Epithels in das Kiemendarmlumen. Die Zellen tragen Bewimperung. Dorsalwärts senkt sich der Flimmerkamm in die Oesophagusöffnung hinein, ventral zu reicht er bis zum Endostyl und verbindet sich daselbst den seitlichen Längsflimmerbändern der Bauchfalten, wie das bereits oben erwähnt worden ist.

Der Flimmerkamm bildet sich in den Knospen ziemlich früh, bald nachdem einige Kiemenspalten aufgetreten sind. In jungen Thieren von *Pyrosoma giganteum* sah ich ihn verhältnissmässig recht ansehnlich breit (Fig. 18, Tafel II); später bleibt er im Wachsthum ein wenig zurück.

Die physiologische Bedeutung des Flimmerkammes besteht darin, dass durch die Flimmerbewegung die auch am Hinterende des Endostyls austretenden Schleimfetzen dem Oesophagus zugeführt werden. In diesen an der Hinterwand sich bewegenden Schleimmassen können immerhin noch eingedrungene Nahrungstheilchen, die bis dahin gelangt sind, gefangen werden. Unmöglich ist es aber auch nicht, dass das Sekret des Endostyls bei der Verdauung mit wirksam ist und deshalb in den Oesophagus eingeführt wird.

3. Der Verdauungstraktus.

Der Verdauungskanal der Pyrosomen besteht aus Oesophagus, Magen und Intestinum. Die beiden letzteren Theile sind durch ein kurzes Zwischenstück miteinander verbunden. Das ganze Gebilde stellt eine einfache Schleife dar, die — mit Ausnahme des ösophagealen Abschnitts — fast horizontal gestellt erscheint. Die Wandungen sind durchaus einschichtig.

Der Oesophagus beginnt, wie oben bereits erwähnt wurde, mit einer weiten trichterförmigen Oeffnung am dorsalen Hinterende des Kiemendarmes. Solange man die Kiemendarmhöhle als eine besondere, vom Pharynx verschiedene Bildung auffasste, sah man den Eingang in den Oesophagus als die Mundöffnung an. Die Wandung besteht aus einer Schicht ziemlich hoher, aber nur dünner Prismenzellen und ist dicht bewimpert. Die Kerne liegen den der Leibeshöhle zugekehrten Zellenden nahe und sind leicht färbbar. Ueberall ist das Hinterende des Oesophagus nach der Ventralseite zu gekrümmt; die Dorsalwand erscheint daher bei seitlicher Betrachtung konvex, die ventrale konkav. Dazu kommen noch zahlreiche Faltungen und Einkerbungen, die namentlich im Vorderabschnitt besonders tief und umfangreich sein können (Fig. 11, Tafel V), die aber inkonstant und stets wechselnd sind. Das Hinterende tritt häufig

in den Magen hinein, indem die Wand des letzteren an der Verwachsungsstelle sich nach innen einstülpt. In Fig. 1, Tafel V sieht man ein solches Verhalten bei *Pyrosoma aherniosum,* doch zeigt die Vereinigungsstelle nicht stets das gleiche Aussehen, sondern variirt, wie es scheint, mit den Kontraktionszuständen. Die Oeffnung in den Magen liegt nicht genau median, sondern, wie es besonders bei *Pyrosoma giganteum* und *Pyrosoma atlanticum* auffällt, an der hinteren dorsalen Magenwand nach links zu verschoben.

Im lebenden Thier erscheint der Oesophagus bei *Pyrosoma giganteum* durch eingelagerte Pigmente prächtig braun und roth gefärbt. Schon Lesueur ist die karminrothe Färbung aufgefallen, während Vogt den ganzen Darmkanal gelblich fand. Nach Keferstein und Ehlers finden sich im ganzen Verdauungstraktus karminrothe Pigmentzellen vor, nur dass sie im Oesophagus besonders dicht nebeneinander lagern.

Der Magen stellt ein ampullenförmiges, ziemlich umfangreiches Gebilde dar, dessen Gestalt allerdings nicht unbeträchtliche Variationen aufweisen kann. Vorherrschend ist er in der dorso-ventralen Axe etwas in die Länge gestreckt und in der trausversalen am meisten komprimirt. In frontalen Längsschnitten durch ganze Thiere erscheint daher der Magen länglich rund (vergl. Fig. 18, Tafel II; Fig. 13, Tafel VI). Manchmal ist er allerdings zu einem fast kugelähnlichen Gebilde aufgebläht.

Die Magenwand ist beträchtlich dicker als die des Oesophagus und besteht aus einer Schicht sehr hoher Prismenzellen. Da die Länge derselben nicht überall die gleiche ist, erscheint die Innenfläche in wellenförmigen Erhebungen und Senkungen (Fig. 3, Tafel VI). Die Kerne liegen stets in den äusseren Zellenden, der Leibeshöhle mehr oder minder nahe. Es lassen sich zwei Zellarten unterscheiden, die aber durch Uebergangsformen miteinander verbunden sind und daher wohl ineinander übergehen können. Die eine ist dadurch ausgezeichnet, dass das Plasma durch Karmin und Hämatoxylin äusserst intensiv gefärbt wird; die anderen weit zahlreicheren Zellen dagegen nehmen die Farbstoffe viel weniger leicht auf. Im Magen vollzieht sich wohl zum grössten Theil die Verdauung, und die Zellen üben unzweifelhaft sekretorische Funktionen aus.

Das Zwischenstück, das bald mehr, bald minder deutlich abgesetzt erscheint, ist als ein umgebildeter Abschnitt des ventralen Magenendes aufzufassen und kann daher am zweckmässigsten als Pylorus bezeichnet werden. Bei verschiedenen Kontraktionszuständen ist der Pylorus entweder zum Theil in die eigentliche Magenhöhle eingezogen, oder er erscheint ganz ausgestülpt mit trichterförmig verbreitertem Ende allmählich in den Magen übergehend. Sein Lumen scheint ebenfalls variable Form und Weite zu besitzen. In Fig. 16, Tafel VI sieht man es auf einen überaus feinen Spalt reducirt, der sich nothwendigerweise erweitern muss, wenn die halbverdauten Nahrungsballen hindurchtreten. Die Zellen der Wandung sind prismatisch und von variabler Länge. Drüsenzellen habe ich im Pylorus nicht bemerkt.

Das Intestinum ist bogenförmig gekrümmt. Der kürzere und dickere Schenkel setzt sich an den Pylorusabschnitt an, der längere, nach links gewendete geht ohne scharfe Grenze in das Rektum über und mündet durch den After in die Kloake. Der linke Schenkel wendet sich nicht nur dorsalwärts, sondern gleichzeitig ein wenig nach vorn zu, sodass der

After nicht genau links von der Mitte des Magens, sondern etwas vor dieser zu liegen kommt. Doch habe ich auch bei verschiedenen Individuen derselben Art bezüglich der Mündungsweise des Rektums nicht unbedeutende Verschiedenheiten angetroffen. So sieht man z. B. in Fig. 13, Tafel VI bei *Pyrosoma aherniosum* die Afteröffnung nicht nur dorsal zu, sondern gleichzeitig nach vorn gerichtet, während in Fig. 17, Tafel VI, wie es allerdings meistens der Fall ist, das Rektum dorsal und nach hinten zu sich öffnet.

Im gesammten vorderen und mittleren Abschnitt des Intestinums sind die Zellen ziemlich hoch und prismatisch (vergl. Fig. 18, Tafel II für *Pyrosoma giganteum,* Fig. 12, Tafel VI für *Pyrosoma aherniosum).* Weiter nach hinten zu werden sie allmählich immer kleiner und niedriger (Fig. 16, Tafel VI); beim After ist das Epithel recht dünn, und die Zellen sind kubisch oder noch stärker abgeflacht (Fig. 13, 17, Tafel VI).

Eine besondere Muskulatur des Verdauungstraktus fehlt, und wenn ich oben von verschiedenen Kontraktionszuständen gesprochen habe, meinte ich solche, die durch die Kloakenmuskeln sekundär hervorgerufen worden sind. Ueberdies setzen sich fadenförmige Mesenchymzellen an verschiedenen Stellen radiär dem Darmkanal an. Sind sie, was nicht unmöglich ist, kontraktil, so könnten auch sie unbedeutendere Bewegungen hervorrufen. Die Fortbewegung der Nahrungsreste aber wird wohl nur durch die Flimmerauskleidung des Darmes besorgt, die ich allerdings im Intestinum, infolge der ungünstigen Konservirung, nicht deutlich habe nachweisen können. Bei *Pyrosoma aherniosum* liegt der Darmtraktus frei in der primären Leibeshöhle; seine ventralen Theile sind umgeben von den Hodenlappen, während nur die Dorsal- und Seitenwände des Oesophagus sich der inneren Kloakenwand anschmiegen. Bei *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* (vergl. Fig. 18, Tafel II), bei denen die Hodenlage eine andere ist, sind auch der Magen und das Intestinum hinten und seitlich vom inneren Kloakenepithel begrenzt.

4. Die darmumspinnende Drüse.

Die darmumspinnende Drüse, die unter den Tunikaten nur den Appendicularien zu fehlen scheint, wurde 1851 von Huxley bei *Pyrosoma* beobachtet und als »*tubular system*« bezeichnet, dessen physiologische Bedeutung problematisch sei. In seiner späteren Arbeit hat sich dann der englische Forscher dahin ausgesprochen, dass dieses Organ die Bedeutung einer Leber besässe, und diese Deutung ist die wahrscheinlichste.

Entwicklungsgeschichtlich bildet sich das Organ aus einer Ausstülpung der Magenwand, die gegen den Enddarm zuwächst und denselben unter reichen Ramifikationen umspinnt. Darnach lassen sich zwei Theile unterscheiden: die gegabelten, den Darm umschliessenden Aestchen und der in den Magen führende Kanal.

Der Kanal senkt sich in die ventrale und linke Magenwand ein; seine Mündung entspricht genau der Stelle, an welcher die ursprüngliche Ausstülpung bei der Entstehung des Organs erfolgt war. Er verläuft zwischen den beiden Darmschenkeln ventral zu, bis er ein wenig dorsal vom Intestinalbogen den linken Schenkel (Enddarm) erreicht. Gewöhnlich erweitert er sich hier ampullenförmig, bevor die Verästelung beginnt. Das Kanallumen ist sehr fein, und sein Durchmesser bleibt meist hinter der Dicke der Wandung erheblich zurück (Fig. 15, Tafel VI). Die

Zellkerne besitzen eine verhältnissmässig beträchtliche Grösse und lassen sich gut färben. Eine Bewimperung konnte ich im Lumen nicht nachweisen, möglicherweise ist sie aber im lebenden Thier vorhanden. An den in die Gallerte der primären Leibeshöhle eingebetteten Kanal setzen sich radiär verlaufende, langgestreckte Mesenchymzellen an.

Der ramificirte Theil des Organs zeigt bezüglich der Zahl der Aeste und der Art und Weise der Gabelung weitgehende individuelle Verschiedenheiten. Niemals aber habe ich solche Verhältnisse angetroffen, wie sie Salensky (**25**, p. 72) für die vier ersten Ascidiozooide des Stockes beschreibt. Bei diesen soll die Drüse durch eine Ausstülpung vom Hinterdarm entstehen. Später hat sie Salensky »in Form eines grossen, dünnwandigen und durchsichtigen Schlauches angetroffen, welcher den Hinterdarm umgreift und durch einen kurzen, feinen Ausführungsgang in denselben mündet. Die Oeffnung der Drüse ist in der Nähe des Afters gelegen«. Würden sich, was ich allerdings nicht erwarte, diese Angaben bestätigen, so müsste man mit einem bemerkenswerthen Dimorphismus dieses Organs bei den vier ältesten und allen jüngeren Thieren des Stockes rechnen, mit einem Gegensatz, der auch in der Entwicklung seinen Ausdruck fände. In den vier ersten, an der Spitze des Stockes liegenden Ascidiozooiden älterer Kolonien von *Pyrosoma giganteum* und *aherniosum* habe ich aber derartige Besonderheiten nicht bemerkt.

In jungen Stadien (Fig. 18, Tafel II) sind die ramificirten Aestchen der Drüse noch verhältnissmässig dickwandig, obwohl die Zellen nicht mehr dieselbe Höhe wie in der Kanalwand erreichen. Bei zunehmender Ausdehnung (Fig. 11, Tafel II) verdünnt sich die Wand namentlich an den äussersten Blindenden und wird füglich zu einem sehr flachen Epithel (vergl. auch die Schnitte in Fig. 12 und 16 auf Tafel VI). Das Rektalende des Intestinums sah ich niemals von der darmumspinnenden Drüse umwachsen.

V. Die Peribranchialräume und die Kloake.

Die beiden Peribranchial- oder Kloakalröhren, die in der frühesten Anlage des Stolos sich finden und seitlich vom Darmrohr liegen, wachsen, nachdem die Segmentirung in die Einzelthiere erfolgt ist, vornehmlich nach hinten zu, um sich hinter dem Darm zu einem unpaaren Abschnitt, der Kloake, zu vereinigen, während die beiden vorderen Theile, die im Bereiche des Kiemendarmes liegen, stets getrennt bleiben und als Peribranchialräume bezeichnet werden. Der in Fig. 21, Tafel VI gezeichnete schematische Querschnitt durch die Kiemendarmregion giebt ein klares Bild über die Beziehungen der Peribranchialräume zum Kiemendarm selbst. Die rechte Seite der Figur zeigt die Verhältnisse eines Schnittes, der genau durch die ganze Länge einer Kiemenspalte hindurch gelegt wurde. Man sieht daher vom Kiemenkorbe nur die Längsfalten, während die eigentliche Darmwand und innere Peribranchialwand fehlen. Links dagegen geht der Schnitt zwischen zwei Spalten durch ein Quergefäss, und da erscheint denn der Peribranchialraum vollkommen abgeschlossen. Die Wandung des Kiemenkorbes ist zweischichtig; aussen liegt das innere Peribranchialepithel, innen das Kiemendarmepithel mit seinen Längsfalten.

In histologischer Beziehung verhalten sich die Wandungen der Peribranchialräume und der Kloake gleichartig und einförmig; sie bilden fast durchweg ein feines Plattenepithel. Nur im unmittelbaren Umkreis der Mündungsstellen des Ei- und Samenleiters sowie des Afters ist das Epithel etwas verdickt. Die Aussenwandungen liegen stellenweise dem Ektodermepithel dicht an, stellenweise besteht zwischen ihnen ein Lückenraum der primären Leibeshöhle, der entweder ganz von der homogenen Gallertsubstanz oder z. Th. von den Geschlechtsorganen erfüllt ist oder eine Blutbahn führt. Am hinteren Körperende geht die Aussenwand der Kloake in das durch die Egestionsöffnung eingestülpte Ektodermepithel über (vergl. den beigefügten Holzschnitt Fig. 2). Vorn schlägt sich ihre Fortsetzung, d. i. die Aussenwand der Peribranchialräume, nach innen und hinten zu in das innere Peribranchialepithel um, verbindet sich mit dem Vorderende des entodermalen Kiemendarmes, um die Vorderwände der ersten Kiemenspalten auf jeder Seite zu bilden. Den Verlauf des gesammten Aussenblattes bei einem mit einem entwickelten Fötus versehenen *Pyrosoma aherniosum* sieht man in Fig. 4, Tafel V und bei stärkerer Vergrösserung ein Stück in Fig. 5. Ganz ebenso erweist sich das Plattenepithel bei *Pyrosoma giganteum*, wie man aus Fig. 1 und 2, Tafel II entnehmen kann.

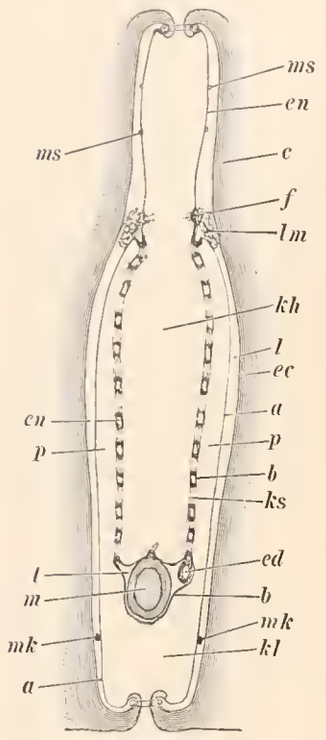


Fig. 2.
Schematischer Längsschnitt durch ein *Pyrosoma*.
(Die Zahl der Kiemenspalten ist in Wirklichkeit grösser.)
a = Aussenwand der Peribranchialräume und der Kloake. *b* = Innenwand derselben. *c* = äusserer Cellulosemantel. *ec* = Ektoderm. *ed* = Enddarm. *en* = Entoderm des Schlundes und des Kiemendarmes. *f* = Flimmerbogen. *kh* = Kiemendarmhöhle. *kl* = Kloake. *ks* = Kiemenspalten. *l* = primäre Leibeshöhle. *lm* = Leuchtorgan. *m* = Magen. *mk* = Kloakenmuskel. *ms* = Schlundmuskel. *p* = Peribranchialhöhlen.

Der Verlauf und die Bedeutung dieser Aussenwandungen sind 1859 von Huxley im wesentlichen richtig erkannt worden. Das Epithel wird als *atrial tunic* oder im Anschluss an die für Ascidien gebräuchliche Benennung als *third tunic* bezeichnet, obwohl diese letztere meist unrichtig abgegrenzt worden war. Englische Autoren wenden noch jetzt die Bezeichnung *third tunic* bei Pyrosomen an, nennen den zwischen dieser und dem Ektodermepithel gelegenen, mit Gallerte erfüllten und mit Lakunen versehenen Theil der primären Leibeshöhle »Mantel«, den äusseren Cellulosemantel aber »*Testa*«.

Die Innenwände der Peribranchialräume werden von den Kiemenspalten durchbrochen und beschränken sich also auf die schmalen Querstreifen, welche die Quergefässe des Kiemendarmes aussen begrenzen und aus feinen Plattenzellen bestehen (Fig. 1 und 2, Tafel II). Inwieweit sie sich an der Bildung der cilientragenden Kiemenwandung betheiligen, liess sich nicht sicher feststellen; doch kann ihr Antheil gegenüber dem des Entoderms nur gering sein.

Hinter dem Kiemendarm, in der Region des Verdauungstraktus kann die Innenwand schon zum grössten Theil der Kloake zugerechnet werden. Sie grenzt diese letztere gegen den Darm und den ihn umgebenden Abschnitt der primären Leibeshöhle ab und bildet ein

feines Plattenepithel. In jüngeren Thieren namentlich bemerkt man ziemlich genau in der Medianebene hinter dem Magen einen in die Kloakenhöhle vorspringenden Wulst verdickter Zellen (* Fig. 18, Tafel II), der, wie ich glaube, der Stelle entspricht, an welcher sich die beiden ursprünglich getrennten Peribranchialröhren zur unpaaren Kloake vereinigt haben. Bei *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* legt sich das Innenepithel der Kloake dem Verdauungstraktus seitlich und hinten dicht an (Fig. 18, Tafel II) und verhält sich ganz ähnlich wie ein Darmfaserblatt, von dem es natürlich morphologisch grundverschieden ist. Bei *Pyrosoma aherniosum* verhält es sich in der Jugend ähnlich (vergl. Fig. 2, Tafel V), wenn die Geschlechtsorgane noch unentwickelt sind. Der sich mächtig vergrössernde Hoden umwächst später den gesammten Ventralabschnitt des Verdauungstraktus, indem er sich zwischen diesen und die innere Kloakalwand einschiebt und beide voneinander trennt (Fig. 12, 13 und 16, Tafel VI). Nur der Oesophagus und dorsale Magentheil bleiben vom Kloakenepithel umhüllt (Fig. 11, Tafel V).

Die Peribranchialräume werden an verschiedenen Stellen von Trabekeln durchsetzt, die sich zwischen der Aussen- und Innenwand ausspannen. Von welcher Wand sie gebildet werden, konnte ich nicht sicher entscheiden, vielleicht betheiligen sich beide an ihrem Aufbau.

Im einfachsten Fall stellt der Trabekel einen äusserst feinen, nur aus zwei Zellen bestehenden Strang dar, der straff ausgespannt ist und mit verbreiterten Enden den beiden Peribranchialwänden sich einfügt. Zellgrenzen lassen sich nicht erkennen, und nur die Zweizahl der Kerne beweist es, dass zwei lange Spindelzellen mit ihren Spitzen zu einem Längsfaden verwachsen sind. Meist ist aber die Zellzahl eine grössere und beträgt ungefähr ein halbes Dutzend. Die Enden des Trabekels können sich dann verschieden verhalten. Entweder sind sie solid und mehr oder minder stark verbreitert, oder sie sind hohl und gehen trichterförmig in die Peribranchialwand über, sodass sie durch Ausstülpung dieser letzteren entstanden zu sein scheinen. Fig. 4, Tafel II zeigt beide Endigungsweisen an einem Trabekel. Zuweilen habe ich auch eine fibrilläre Längsstreifung in diesem Gebilde bemerkt, die auf Kontraktionsfähigkeit schliessen lassen würde. Ich habe niemals einen Trabekel aufgefunden, der seiner ganzen Länge nach durchbohrt gewesen wäre und eine Röhre dargestellt hätte, durch welche eine Kommunikation zwischen den Quergefässen des Kiemendarmes und dem peripheren Theil der primären Leibeshöhle hätte erfolgen können. Die einzige Bedeutung der Trabekel scheint mir demnach die von Stützorganen zu sein, die bestimmt sind, den Peribranchialraum klaffend zu erhalten und den Durchtritt des Athmungswassers durch die Kiemenspalten zu erleichtern.

VI. Das Mesoderm und die primäre Leibeshöhle.

Weder im ausgebildeten Thier noch auf irgend einem Stadium der Knospung bildet das Mesoderm epitheliale Blätter oder die Leibeshöhle ein Enterocoel; vielmehr erscheint das erstere stets in der als Mesenchym bezeichneten Form, und die Leibeshöhle ist eine primäre.

Die primäre Leibeshöhle ist erfüllt von einer homogenen, gallertartigen Substanz, die nur eine geringe Festigkeit zu haben scheint und gerade hinreicht, um die feinen, platten Epithelwände im lebenden Thiere straff in ihren Lagen zu erhalten. Ueber die chemische Beschaffenheit dieser Masse kann ich nichts aussagen. In dem vorwiegend mit Sublimat oder Chrom- und Pikrinsäure konservirten Material war weder mit Karmin- noch mit Hämatoxylinfarbstoffen eine gute, dauernde Tinktion zu erzielen. An verschiedenen Stellen ist die Substanz von Lückenräumen durchsetzt, die besonderer Wandungen entbehren und das helle Blut führen. Ich werde dieser Blutbahnen noch im folgenden Kapitel zu gedenken haben.

1. Die Blut- und Bindegewebszellen.

Die Mesenchymzellen der primären Leibeshöhle sind entweder in die Gallerte eingebettet oder im Blutstrom frei beweglich; sie zeigen sich verschieden geformt und zum Theil zur Ausübung bestimmter Funktionen ganz eigenartig differenzirt.

Die Blutzellen lassen sich am besten im Kiemenkorbe in den Quergefässen beobachten, wo man oft mehrere dicht nebeneinander antreffen kann. Auch in den Rückenzapfen lassen sie sich leicht nachweisen (vergl. Fig. 1, 5, 17, Tafel II; Fig. 2, Tafel VI). Stets sind sie allseitig abgerundet, fast kugelförmig, aber von sehr wechselnder Grösse. Das Plasma ist namentlich in den grossen Zellen glashell durchsichtig, in den kleineren feingekörnt und meist etwas leichter färbbar. Der Kern lässt sich leicht auffinden, und hin und wieder sieht man ihn in Theilung (Fig. 12, Tafel II). Neben solchen voll lebenskräftigen Zellen bemerkt man aber auch andere, die in Auflösung und Zerfall begriffen sind.

Die in der Gallerte ruhenden Zellen, die ich als Bindegewebszellen bezeichnen will, sind in ihrer Form ausserordentlich verschieden. Theilweise sind sie jedenfalls im Stande, ihre Gestalt zu verändern und sich zu bewegen. Die Auswanderung der Mesenchymzellen in den äusseren Cellulosemantel und die Umbildung zu Mantelzellen beweisen das zur Genüge. Ich brauche diesen Vorgang hier nicht erst besonders zu beschreiben und verweise nur auf Fig. 5, Tafel VI, wo eine im Ektodermepithel steckende Mesenchymzelle auf der Wanderung zu sehen ist. Ob jenes Vermögen allen Zellen zukommt, ist mir zweifelhaft geblieben; für die feinen spindelförmigen Elemente scheint mir eine Bewegungs- und Formveränderungsfähigkeit kaum wahrscheinlich zu sein.

Auf die verschiedenen Formen rundlicher, birnförmiger, sternförmiger Bindegewebszellen will ich hier nicht erst besonders hinweisen. Auf Tafel VI zeigen die Figuren 7 und 12—17 zahlreiche, verschieden gestaltete Elemente. Auffallend sind besonders längere oder kürzere Fäden, die aus einer oder mehreren sehr langgestreckten Spindelzellen bestehen und die Gallerte in verschiedenen Richtungen durchziehen. Sie spannen sich, woranf oben schon hingewiesen wurde, zwischen dem Darmtraktus, dem Kanal der darmumspinnenden Drüse und der inneren Kloakenwand aus, ohne aber in ihrer Zahl und in ihrem Verlaufe konstant zu sein. Eine beschränkte Kontraktilität möchte ich diesen Fasern nicht absprechen.

In den pigmentirten Thieren von *Pyrosoma aherniosum* habe ich Pigmentzellen auch im Mesenchym des hinteren Körperabschnittes nachweisen können. Diese Pigmentzellen liegen zum Theil dicht dem Ektoderm an, zum Theil finden sie sich um den Hoden herum und auch zwischen den einzelnen Lappen desselben, sodass ich häufig nicht entscheiden konnte, ob das Pigment in dem flachen Hodenfollikelepithel oder in besonderen Mesenchymzellen abgelagert war.

2. Das blutbildende Organ.

Auf der Rückenseite, im Bereiche des hinteren Kiemendarmabschnittes liegt bei allen Formen ein länglicher, zweitheiliger Mesenchymzellhaufen, den ich als blutbildendes Organ bezeichnen möchte. Bereits Savigny hat dieses Gebilde bemerkt, aber nicht richtig gedeutet. Den hinteren Theil bezeichnete er als *canaux en siphon*, den vorderen, den er von dem dorsalen Blutsinus nicht scharf abgegrenzt sah, als *oviductus*. Huxley fasst das Organ als eine einfache Ansammlung von Blutzellen auf (**7**, p. 205), während es Keferstein und Ehlers (**10**, p. 77) als »längliche Körnerhaufen« bezeichnen und »für ein embryonales Gebilde« halten. Joliet endlich nennt es *glande dorsale*.

Die einzelnen Zellen des Organs gleichen den Blutzellen in hohem Grade, nur dass ihr Plasma im allgemeinen etwas leichter färbbar ist. Sie sind allseitig abgerundet und von sehr verschiedener Grösse; der Durchmesser der grössten ist bis dreimal so lang als der der kleinsten. Aufgefallen ist mir die excentrische Lage der leicht nachweisbaren Kerne. Kerntheilungen sind überaus häufig; in jungen Thieren wird man sie fast auf jedem Querschnitt durch das Organ auffinden können (Fig. 8, Tafel VI). In jüngeren Stadien ist die Bilateralität des Organes streng gewahrt; der rechte und linke langgestreckte Zellhaufen sind durch den median verlaufenden dorsalen Blutsinus völlig getrennt. In alten Thieren fliessen häufig die beiden Hälften an mehreren Stellen ineinander.

Wenn Keferstein und Ehlers dieses Organ für ein »embryonales Gebilde« ansehen, so möchte, bei einer strengen Auffassung, schon der Umstand, dass auch in den ältesten Thieren der Zellhaufen bestehen bleibt, dieser Bedeutung widersprechen. Die überaus reichen Theilungen und die überaus grosse Aehnlichkeit der Zellen mit den Blutelementen legt die Deutung nahe, dass dieses Organ die Blutzellen bildet. Die Lage im Rückensinus ermöglicht ein stetes Uebertreten der Zellen in die Blutbahnen. Nun habe ich allerdings, wie ich oben schon erwähnte, Theilungen der Blutzellen auch in den Gefässen des Kiemendarmes angetroffen, aber sie sind doch nur so spärlich, dass sie nicht hinreichen würden, um den Ausfall an Blutkörperchen, der durch den Zerfall derselben infolge seniler Degeneration herbeigeführt wird, zu decken. Die volle Ergänzung wird durch das blutbildende Organ ermöglicht, in welchem die Zellen, da sie an Ort und Stelle kaum irgendwelche bemerkenswerthe Leistungen auszuüben haben, ihren embryonalen Charakter bewahren. In diesem Sinne ist das Gebilde also in der That ein »embryonales« Organ.

3. Die Leuchtorgane.

Jederseits über der Mitte des Flimmerbogens liegt im peripharyngealen Blutsinus ein flachgedrückter linsenförmiger Mesenchymzellhaufen, dessen Bedeutung die verschiedensten Be-

urtheilungen erfahren hat. Savigny hat die Zellgruppen für die Ovarien gehalten, Huxley war geneigt, in ihnen ein Nierenorgan zu erblicken, Keferstein und Ehlers nannten sie »linsenförmige Körnerhaufen«, ohne sich über ihre Funktion zu äussern, Joliet bezeichnet sie als *glandes latérales*. Am eingehendsten hat sich aber Panceri (**19**) mit ihnen beschäftigt und hat sie als *organi luminosi* erkannt.

Der Bau dieser Organe ist überaus einfach; es handelt sich um ein Aggregat ziemlich gleichartiger Mesenchymzellen und nicht, wie Panceri glaubte, um ein ektodermales Gebilde. Die Zahl der das Organ zusammensetzenden Zellen ist überaus verschieden; manchmal beträgt sie kaum 20, in anderen Fällen mehrere hundert, und es scheint, dass ähnliche Schwankungen zu verschiedenen Zeiten auch bei ein und demselben Individuum stattfinden können. Bei dem raschen Zellverbrauch in diesem Organ liegt es nahe, eine Ergänzung durch umwandlungsfähige Blutzellen anzunehmen. Da ein steter Blutstrom die Leuchtorgane umgiebt, ist dazu leicht Gelegenheit geboten. Die Zellen ähneln denn auch in jungen Stadien ausserordentlich den Blutzellen, sind sphärisch, von nicht ganz gleicher Grösse und enthalten einen leicht nachweisbaren Kern. Wo sie sehr dicht aneinander gepresst liegen, sind sie oft durch den gegenseitigen Druck polyedrisch geformt. Weiterhin gestalten sie sich durch Aufnahme von Fettstoffen in den Zellkörper von den Blutzellen recht verschieden. Das Plasma erscheint retikulär, und in dem Wabenwerk treten zahlreiche sphärische Einlagerungen auf, welche den Kern so verdecken können, dass er nicht leicht bemerkt wird und von Panceri überhaupt in Abrede gestellt werden konnte. Ueber die chemische Beschaffenheit der eingelagerten Körperchen, welche als die eigentlichen Leuchtstoffe betrachtet werden müssen, kann ich nichts anderes berichten, als dass nach Osmiumsäure-Behandlung eine intensive Schwärzung eintritt, während Alkohol eine Auflösung zu bewirken scheint. Ausführlichere Angaben findet man aber bei Panceri.

Zwischen scharf abgegrenzten, lebensfähigen Zellen findet man häufig solche, die in Degeneration eingetreten sind. Diese Zellen sind meist besonders gross; ihr Inhalt gruppirt sich zu mehreren Ballen, die anfänglich noch fest verbunden erscheinen, später aber sich ablösen, sodass die Zelle in mehrere Stücke zerfällt. Ich nehme an, dass diese dann von dem Blutstrom ergriffen und allmählich resorbirt werden; doch kann das freilich nur die Beobachtung des lebenden Thieres feststellen.

Ebensowenig lässt sich natürlich am konservirten Material entscheiden, ob das Leuchtvermögen der Pyrosomen in der That von diesen Organen ausgeht. Panceri's Angaben machen aber doch einen so überzeugenden Eindruck, dass ich ihnen ohne weiteres folgen möchte. —

Schon Péron macht über die Leuchterscheinungen eine Reihe Mittheilungen (**21**, p. 442 u. fg.), aus welchen sich entnehmen lässt, dass das roth glühendem Eisen gleichende Licht von zwei verschiedenen Stellen ausgehe: einmal von den Eingeweiden und dann von den freien Spitzen der Einzelthiere. Diese letztere Stelle würde mit der Lage der Leuchtorgane ziemlich übereinstimmen. Zutreffend sind offenbar Péron's Angaben über das Aufleuchten der Thiere bei mechanischer Berührung. Péron betrachtet die Phosphorescenzerscheinungen der Pyrosomen als Lebensäusserungen, denn todte Thiere leuchteten nicht mehr.

Nach Péron haben sich zahlreiche Forscher mit dem Leuchten der Pyrosomen beschäftigt; die Angaben aber lauten überaus widersprechend und sind zum Theil so bestimmt vorgetragen, dass es nicht gut angeht, durch Annahme von Beobachtungsfehlern bei diesem oder jenem eine vollständige Uebereinstimmung der Ergebnisse erzielen zu wollen, sondern es scheinen in der That beträchtliche Verschiedenheiten vorhanden zu sein. Schon die Farbe des Lichtes wird ganz verschieden beurtheilt. Meyen (**16**) nennt sie grünlich blau, Vogt (**34**, p. 64) weingelb, Péron, wie oben erwähnt, roth glühend, Panceri bei *Pyrosoma giganteum* »azzurrina«, bei *Pyrosoma atlanticum* »policroica«, Moseley (**18**, p. 575) endlich feuerfarben. Huxley (**7**, p. 201) erwähnt, dass nach dem Bericht des Kapitäns Callow *Pyrosoma giganteum* ein bläulich weisses Licht ausstrahle, das hinreichend intensiv sei, um dabei kleinen Druck lesen zu können. Uebrigens soll manchen Pyrosomen das Leuchtvermögen gänzlich fehlen. So konnten Quoy und Gaimard (**24**, p. 514) bei ihrem *Pyrosoma rufum* kein Phosphoresciren beobachten, und ebenso erwähnt Panceri (**19**, p. 5) ein nicht leuchtendes *Pyrosoma*, das auf der Weltumsegelung der italienischen Fregatte Magenta von Giglioli im pacifischen Ocean aufgefunden worden sei.

Darin, dass die Pyrosomen, so lange sie lebendig sind, bei der Berührung aufleuchten, stimmen alle Beobachter überein; aber die grössten Widersprüche bestehen darüber, welche Theile phosphoresciren und wie der auf einzelne Ascidiozooide ausgeübte Reiz sich auf die übrigen Thiere des Stockes überträgt, um auch sie zum Leuchten zu veranlassen. Sowohl Meyen als Bennett (1) berichten, dass nach Berührung eines Thieres allmählich der ganze Stock leuchte, und der erstere beschreibt, wie eine Kolonie, die an beiden Enden gefasst würde, zuerst an diesen und erst später in der Mitte leuchte und wie beim Verlöschen der Erscheinungen die zuerst leuchtenden Stellen bis zuletzt sichtbar blieben. Mit dieser Uebertragbarkeit des Leuchtvermögens auf die Nachbarindividuen verträgt sich ganz wohl die Mittheilung Moseley's (**18**, p. 575) über das riesige, 4 Fuss lange und 10 Zoll breite *Pyrosoma spinosum:* »I wrote my name with my finger on the surface of the giant *Pyrosoma,* as it lay on deck in a tub at night, and my name came out in a few seconds in letters of fire«. Wie ich oben (p. 8) bereits ausgeführt habe, sehe ich einzig [1]) in den die Kloakenmuskeln der Ascidiozooide verbindenden Faserzügen des Cellulosemantels das Mittel, durch welches jene Erscheinungen erklärt werden können. Da es zweifellos ist, dass die direkte Berührung die betroffenen Einzelthiere zum Leuchten veranlasst, lässt es sich leicht verstehen, dass das Gleiche auch dann erfolge, wenn die Kloakenmuskeln eines Thieres durch den Zug der Faserstränge erregt werden. Der durch direkte Berührung hervorgerufene Reiz wird wohl fast immer stärker sein als der durch die Kloakenmuskeln ausgeübte, und dementsprechend könnten auch die Leuchterscheinungen verschieden stark und von verschiedener Dauer sein. Nur so lassen sich die feurigen Schriftzeichen erklären, die Moseley gesehen hat, sowie Meyen's Angabe, dass die Stellen, an welchen die Leuchterscheinungen beginnen, am längsten hell bleiben.

[1]) Dass etwa durch das Phosphoresciren der direkt erregten Thiere die Augen der Nachbarthiere gereizt und dadurch die gleichen Lichterscheinungen hervorgerufen werden könnten, wird man wohl kaum annehmen.

Ob das Leuchten der Willkür der Thiere unterworfen ist, ist unsicher. Es liegen zwar Angaben vor, denen zufolge die Erscheinungen ohne nachweisbare Einwirkung bestimmter Reize auftreten. So berichtet Vogt (**34**, p. 64): »bei den Pyrosomen beginnt das helle weingelbe Licht einförmig an dem einen Ende und schreitet mit leise zitternder Wellenbewegung nach dem anderen Ende hin vorwärts, stets mehr und mehr an Intensität zunehmend, bis der ganze Zapfen gleich einem weissglühenden Stücke Eisen in lichter Lohe zu flammen scheint. In gleicher Weise schreitet dann diese helle Erleuchtung zurück, bis sie allmählich in vollständiges Dunkel erlischt. Nach einigen Minuten neuer Brand, neues Auflodern, dem allmähliches Verlöschen folgt«. Nun genügen aber schon sehr geringe Reize, um Leuchterscheinungen zu veranlassen; wie schon Meyen richtig bemerkt, reicht dazu die stete Bewegung des Wassers im Meere aus. Hält man Pyrosomen in Gläsern, so kann man sich leicht überzeugen, dass die Thiere aufflammen, wenn man sie leise berührt oder wenn das Gefäss durch einen Stoss erschüttert wird; sonst bleiben sie dunkel, wie schon Bennett richtig beobachtete.

Ein ganz besonders wirksames Reizmittel ist Süsswasser; werden lebende Pyrosomen in dieses gebracht, so leuchten sie, wie Bennett berichtet, mehrere Stunden lang ununterbrochen.

Es liegen mehrfache Angaben vor, denen zufolge die Phosphorescenzerscheinungen auch von den Eingeweiden im hinteren Körperabschnitt ausgehen sollen. Das hat schon Péron behauptet, wie ich oben bereits angedeutet habe, und es sind nach ihm etwa 1 mm lange Körperchen, welche leuchten. Ob damit die Hodenläppchen oder der Verdauungstraktus gemeint sind, kann ich nicht entscheiden. Nach den Beobachtungen Meyen's leuchtet in jedem Einzelthier zuerst ein »kegelförmiger Körper«, mit dem wohl kaum etwas anderes als der Hoden gemeint sein kann. Endlich berichtet auch Vogt: »man sieht bei den Pyrosomen deutlich, dass die einzelnen Thierchen es sind, durch deren Eingeweide sich allmählich das Licht fortpflanzt«. Nicht ganz sicher zu bestimmen ist auch die Lichtquelle nach den Angaben Bennett's, der zahlreiche braune Körperchen nennt, die im »Parenchym des Stockes« gelegen seien und sich als zahlreiche leuchtende Funken im Wasser zerstreuten, wenn ein *Pyrosoma* zerschnitten würde.

Ich halte es nicht für unmöglich, dass vielleicht einige der kontroversen Angaben darauf zurückzuführen sein werden, dass zwei grundverschiedene Erscheinungen nicht immer auseinander gehalten worden sind. Ich meine einmal das Leuchten, das als eine bestimmte Lebensäusserung auftritt und an die Leuchtstoffe in den Zellen der Leuchtorgane gebunden ist, und zweitens die Lichterscheinungen, die bei der Zersetzung der abgestorbenen Theile entwickelt werden können. Denn dass auch die in Zersetzung begriffenen Pyrosomen phosphoresciren können, möchte ich trotz entgegengesetzter Angaben aufrecht erhalten.

4. Die Muskulatur.

Im Vergleiche zu anderen freischwimmenden Tunikaten ist die Muskulatur der Pyrosomen nur sehr spärlich entwickelt. Mit Rücksicht auf die Richtung des Verlaufes lassen sich Ring- und Längsmuskeln unterscheiden; die ersteren umgürten den eigentlichen Rumpf, die letzteren sind auf die Mantelgefässe beschränkt.

Der vorderste Ringmuskel ist der Sphinkter der Ingestionsöffnung oder der Mundsphinkter, der bei allen Formen in der gleichen Weise im vordersten Theile der primären Leibeshöhle gelegen ist und die Mundöffnung umkreist. Entwicklungsgeschichtlich entsteht er ziemlich früh aus einer Gruppe spindelförmiger Mesenchymzellen, die sich kranzförmig anordnen. An der Peripherie bilden sich kontinuirliche, bandähnliche Ringfibrillen aus, die in den Durchschnitten (Fig. 4—6, Tafel I; Fig. 6, Tafel V) als radiär gestellte Stäbchen erscheinen. Das Sarkoplasma liegt zwischen diesen und central und führt die Kerne. Bei zunehmendem Alter verdickt und vergrössert sich die Fibrillenlage auf Kosten des Sarkoplasmas, und häufig habe ich dann auch keine Kerne mehr nachzuweisen vermocht. Die Breite des einzelnen Fibrillenbandes im Muskel ist oft recht verschieden; häufig (Fig. 5, Tafel I) habe ich die der Mundöffnung zugekehrten Bänder am breitesten, die entgegengesetzten am schmälsten angetroffen. Bei der Kontraktion verdicken sich der ganze Muskel und die einzelnen Fibrillen in recht auffallender Weise.

Vollkommen übereinstimmend im Bau und in der Entwicklung ist der hinterste Ringmuskel: der Sphinkter der Egestionsöffnung, Huxley's *atrial sphinkter*. Er zeigt sich ebenfalls ziemlich früh in der Knospenentwicklung und fehlt niemals. Im allgemeinen schien er mir etwas weniger kräftig entwickelt zu sein als der Mundsphinkter (Fig. 11 und 12, Tafel I).

Ebenfalls konstant in seinem Vorkommen, im einzelnen aber doch etwas variabel ist der Kloakenmuskel, den Huxley als *mid-atrial muscle* bezeichnet. Er bildet keinen geschlossenen Sphinkter, sondern besteht aus zwei Hälften, die rechts und links in der primären Leibeshöhle dem äusseren Kloakenepithel dicht anliegen und an deren Enden die oben beschriebenen Mantelfaserstränge sich ansetzen. Durch diese letzteren wird bei der Kontraktion eines Ascidiozooids auf die Kloakenmuskeln der benachbarten Thiere ein Reiz ausgeübt, und dadurch werden auch diese zu Kontraktionen veranlasst. Ob diese Erregbarkeit direkt oder stets nur indirekt vermittelst der Nerven erfolgt, vermag ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls können auf diese Weise synchronische oder doch wenigstens regelmässige, unmittelbar aufeinander folgende Muskelbewegungen aller Einzelthiere des Stockes erzielt werden.

Die Länge eines jeden Muskels ist bei verschiedenen Individuen auch derselben Art ziemlich verschieden. Am kürzesten schienen mir die Muskeln bei *Pyrosoma atlanticum* (Fig. 11, Tafel III) zu sein, etwas länger bei *Pyrosoma giganteum* (Fig. 1 und 3, Tafel I) und am längsten bei *Pyrosoma aherniosum* (Fig. 1, Tafel V) und *Pyrosoma minimum* (Fig. 1 und 2, Tafel IV). Sehr erschwert wird die Beurtheilung der wirklichen Muskellänge dadurch, dass bei voller Kontraktion die Länge vielleicht nicht viel mehr als $^1/_2$ oder $^2/_3$ des gestreckten Muskels beträgt und dass überdies der Kontraktionsgrad im konservirten Material nicht sicher zu bestimmen ist.

Die Enden eines jeden Muskels verbinden sich dem ektodermalen Hautepithel, welches, worauf oben schon hingewiesen wurde, an diesen Stellen verdickt ist und sich bruchsackartig in den Cellulosemantel einstülpt (Fig. 5, Tafel III; Fig. 5, Tafel VI). In ganz jungen Stadien lassen sich die einzelnen spindelförmigen Mesenchymzellen, welche den Muskel zusammensetzen, noch erkennen. Später sieht man nur noch die Kerne im central liegenden Sarkoplasma ge-

lagert, während genau so wie in den beiden eben beschriebenen Sphinkteren eine periphere Schicht Fibrillen sich ausgebildet hat (Fig. 7 und 8, Tafel I). Die Fibrillen erstrecken sich durch die ganze Länge des Muskels und verdicken sich in alten Thieren so beträchtlich, dass sie das Sarkoplasma grösstentheils verdrängen.

Inkonstant in ihrem Verlauf und in ihrer Zahl sind feine Cirkulärmuskeln, welche das Schlundrohr umgeben. Bei *Pyrosoma giganteum* liegt der vorderste derselben da, wo das geneigte Cirkumoralfeld in das senkrecht nach hinten absteigende eigentliche Schlundrohr umknickt (Fig. 1 und 10, Tafel I). Er ist überaus fein und besteht nur aus wenigen Fasern; die Kerne sind in jugendlichen Stadien leicht zu erkennen. Wenn später der Schlund zum langen Kamin sich auszieht, bilden sich weiter hinten noch andere feine Muskelreifen (Fig. 1 und 3, Tafel I), bis drei an der Zahl. Ein oder der andere derselben kann unvollständig sein und nur einen Halbring darstellen. Auch in ihrer Lage bestehen individuelle Verschiedenheiten, indem sie bald mehr, bald weniger nahe aneinander liegen. Bei *Pyrosoma atlanticum* habe ich nur zwei Schlundmuskeln aufgefunden (Fig. 12, Tafel III), die dicht nebeneinander in der Umgebung des Mundes lagen. Allerdings standen mir nur kleinere Stöcke dieser Art zur Verfügung, und es ist daher möglich, dass bei ganz alten Thieren noch weitere Cirkulärmuskeln hinzutreten. In jungen Thieren (Fig. 4, Tafel III), welche durch ein relativ langes Schlundrohr ausgezeichnet sind, liegen die beiden Ringmuskeln verhältnissmässig weiter auseinander; da aber dieser vorderste Abschnitt weiterhin im Wachsthum zurückbleibt, ergiebt sich die spätere Lage im nächsten Umkreis des Mundes. Auch bei *Pyrosoma aherniosum* fand ich die Schlundmuskulatur variabel. Meist liessen sich zwei vollkommen geschlossene Ringe nachweisen, die häufig beide auf der Ventralseite in zwei Aeste gespalten waren. Dazu trat manchmal ein dritter unvollständiger, cirkulär verlaufender Halbreif (Fig. 1, Tafel V). Die Ventralseite des ersten gespaltenen Muskels zeigt Fig. 7, Tafel V im optischen Durchschnitt; der Vorderast wird nur durch eine, der Hinterast durch zwei Fasern gebildet.

Im cirkumoralen Feld habe ich bei *Pyrosoma giganteum* noch zwei sehr feine und kurze radiär verlaufende Muskelzüge nachweisen können, deren ich schon oben (p. 13) gedenken musste. Sie liegen dem Schlundepithel dicht an und finden sich ventral von der Mundöffnung vor dem unpaaren Ventraltentakel. Die dorsalen Enden habe ich nicht genau feststellen können; ventral zu divergiren die Muskeln ein wenig und reichen meist bis zum ersten Cirkulärmuskel des Schlundes, manchmal endigen sie auch bereits ein wenig dorsal von demselben, ohne ihn zu erreichen (Fig. 10, Tafel I).

Die Längsmuskulatur ist in sämmtlichen Mantelgefässen wohl entwickelt und durch deren Verlauf genau bestimmt. Schon bei der Bildung der Gefässe durch die ektodermalen Ausstülpungen treten Mesenchymzellen in das Lumen über. Weiterhin ordnen sie sich zu einer peripheren Schicht an, die dem Ektoderm dicht anliegt und verwandeln sich in langgestreckte Muskelzellen, welche an der äusseren Seite die Längsfibrillen bilden. Ob jede Zelle nur eine Fibrille ausscheidet, konnte ich nicht sicher erkennen; manche Bilder schienen mir darauf hinzudeuten (vergl. Fig. 10, Tafel VI). Das spärliche Plasma mit dem Kern liegt den Fibrillen dicht an und zeigt sich als eine kleine Erhebung gegen das Lumen zu (Fig. 11, Tafel VI).

In ganz alten Muskeln scheinen Plasma und Kern vollkommen rückgebildet werden zu können. So bildet also die Muskulatur in den Mantelgefässen echte Hohlmuskeln, deren Lumina Abschnitte der primären Leibeshöhle darstellen und so wie diese Blut führen (Fig. 9, Tafel VI). Es ist mir im konservirten Material häufig nicht möglich gewesen, sicher zu entscheiden, ob es sich um eine wandständige Blutzelle oder um Plasma und Kern der Muskelzelle handelte.

Die Längsmuskulatur der Mantelgefässe ist für die Lokomotion des Stockes von wichtigster Bedeutung. Dass den Pyrosomen die Fähigkeit einer wenn auch beschränkten und trägen aktiven Bewegung zukommt, ist bereits von Péron (**21**, p. 445) beobachtet worden, wenngleich die Art der Bewegung nicht sicher erkannt wurde. Auch Lesueur hat eine Eigenbewegung der Stöcke wahrgenommen, erklärte sie aber in irrthümlicher Weise dadurch, dass das Wasser, welches aus dem gemeinsamen Kloakenraum des Stockes durch die Egestionsöffnungen in die Einzelthiere eingetreten wäre, nach Umspülung der Kiemen durch die äusseren, freien Oeffnungen gewaltsam ausgestossen würde. Huxley hatte zwar bei seinem *Pyrosoma atlanticum* eine selbständige Lokomotion nicht wahrnehmen können (**6**, p. 581), hielt aber eine solche doch dadurch für ermöglicht, dass durch Kontraktionen der Einzelthiere das Wasser durch die Egestionsöffnungen in die gemeinsame Stockhöhle gespritzt werde »and so move by the reaction of the forced-out water against the closed end of the cylinder«. In seiner späteren Arbeit (**7**, p. 209) erklärt Huxley die Bewegung des Stockes in etwas anderer Weise. Durch die synchronischen Kontraktionen der Kloakenmuskeln aller Einzelthiere würde das Volumen aller Einzelkloaken und dadurch auch des ganzen Stockes verringert. Diese Kontraktionen des Gesammtstockes könnten allerdings nur geringe sein, reichten aber doch aus, um eine Fortbewegung hervorzurufen[1]). Kontraktionen des Stockes sind schon von älteren Beobachtern behauptet worden, aber die Angaben sind doch so wenig eingehend, dass sich nicht entnehmen lässt, wie jene erfolgen. Dass die anatomischen Befunde eine gleichzeitige oder unmittelbar aufeinander folgende Kontraktion der Kloakenmuskeln aller Ascidiozooide als wahrscheinlich erweisen, ist oben ausgeführt worden, fraglich aber erscheint es mir doch, ob auf diese Weise allein eine Eigenbewegung des Stockes erzielt werden könne.

Ich erinnere mich hier einer Bemerkung Vogt's (**34**, p. 60), der zu den Wenigen gehört, die lebende Pyrosomen etwas genauer beobachtet haben, über die Art der Bewegung dieser Thiere. Vogt berichtet: »Der Zapfen öffnet und schliesst sich durch Zusammenklappen seiner Mündung (d. i. des Diaphragmas) und bewegt sich dadurch äusserst langsam und schwerfällig in dem Wasser mit dem spitzen Ende voran«. Und später (**35**, p. 268) fügt er noch hinzu: »Der Cylinder schwimmt langsam mit abwechselnden Zusammenziehungen, durch welche er das Wasser aus seinem Innern herauspresst«. Ich glaube, dass man aus diesen Angaben mit Sicherheit entnehmen kann, dass das Diaphragma bei der Lokomotion der Pyrosomen eine wichtige Rolle spielt.

[1]) These muscles, in contracting, must tend to diminish the capacity of the atrium of the ascidiozooid to which they belong, and, if they all act together, to shorten and narrow the ascidiarium. I do not suppose that their effect in the latter direction can be very great; but it might well be sufficient to account for the slight contraction of the whole ascidiarium, and consequent retrogressive motion, observed by Péron and others.

Die Bewegung des Diaphragmas wird durch die Muskulatur der Mantelgefässe bedingt. Schon in kleineren Stöcken zählt man bis zu 200 solcher radiär, wie die Speichen eines Rades verlaufender Längsmuskelzüge, die alle bis dicht zur centralen Oeffnung des Diaphragmas heranreichen (vergl. Fig. 5, Tafel IV). Ihre Kontraktionen werden das Diaphragma erweitern und gleichzeitig — infolge der trichterförmigen Einwärtskrümmung des mittleren Diaphragmatheils — in vertikaler Richtung bewegen müssen, wie schon Herdman zutreffend bemerkt hat. Diese letztere Bewegung vermag ich aus dem rein anatomischen Verhalten des basalen Stockabschnittes genauer nicht zu analysiren, es genügt aber durchaus für unseren Zweck, dass sie durch Vogt am lebenden Thier festgestellt worden ist. Lässt die Zusammenziehung der radiären Längsmuskeln nach, so wird die ursprüngliche Beschaffenheit des Diaphragmas in erster Linie durch die Elasticität des Mantelgewebes wiedergewonnen. Ob auch die im ersten Kapitel (p. 9) erwähnten Cirkulärfaserzüge sich aktiv kontrahiren und somit in gewissem Sinne den Längsmuskeln direkt entgegen wirken können, bleibe unerörtert.

Darnach wird sich also die Eigenbewegung der Pyrosomenstöcke in folgender Weise erklären lassen: die Kloakenmuskeln befördern das verbrauchte Athemwasser durch die offenen Egestionsöffnungen in den gemeinsamen Kloakenraum des Stockes, der dadurch prall gefüllt wird. Dann schliessen sich die Sphinkteren der Egestionsöffnungen, und wenn nun das Diaphragma nach innen zu eingeschlagen wird, kann das Wasser nur durch die Diaphragmenöffnung aus der Stockhöhle entweichen. Die Folge davon wird eine Bewegung der Kolonie mit dem spitzen Ende voran sein. Wird dann wieder das Diaphragma, oder auch nur dessen Mittelpartie, die dünner und daher offenbar beweglicher ist, nach aussen gestülpt, so kann dadurch direkt, wie durch eine Ruderbewegung, ein Vorwärtsgleiten in demselben Sinne erfolgen wie durch den Rückstoss des ausgetretenen Wassers in der vorhergehenden Phase der Diaphragmenbewegung.

Ich habe eben darauf hingewiesen, dass bei der Kontraktion der Kloakenmuskeln der Egestionssphinkter noch geöffnet sein muss, damit das Wasser austreten könne, und dass erst nachher der hinterste Körpermuskel sich zusammenziehen dürfe. Dagegen muss der Mundsphinkter bereits geschlossen sein, denn sonst könnte Wasser durch den Mund ausfliessen und ein Zurückströmen des bereits in die Peribranchialräume übergetretenen Athmungswassers in den Kiemendarm erfolgen. Wenn diesem letzteren Vorgang nun auch die Flimmerbewegung der Kiemenspalten entgegen wirken würde, wird doch nur der Verschluss des Mundes das wirksamste Mittel sein, um bei den Kontraktionen der Kloakenmuskeln den Wasserabfluss ungeschwächt durch die Egestionsöffnung zu leiten. Damit gelangen wir also dazu, nicht eine gleichzeitige, sondern eine von vorn nach hinten zu vorschreitende Kontraktion der Körpermuskeln anzunehmen. Es ist das genau die gleiche Erscheinung, welche bei schwimmenden Salpen beobachtet wurde, wenn die Bewegung mit dem vorderen Körperende voran gerichtet ist; erfolgt sie im umgekehrten Sinne, so kontrahiren sich dann freilich auch die hintersten Ringmuskeln zuerst.

Eine intensive Bewegung des Diaphragmas setzt voraus, dass sich womöglich alle radiären Längsmuskeln der Mantelgefässe gleichzeitig zusammenziehen. Ich verhehle mir nicht, dass diese Gleichzeitigkeit durch die Aktion der die Kloakenmuskeln verbindenden Faserzüge allein

nicht vollständig befriedigend erklärt werden könne. Offenbar aber geht Lahille (12, p. 51) auf der anderen Seite zu weit, wenn er jede direkte Verbindung der einzelnen Ascidiozooide untereinander für vollkommen überflüssig hält, um die synchronen Aktionen des ganzen Stockes zu verstehen. Kontrahire sich nur der Längsmuskel des Mantelgefässes eines Thieres, so genüge diese geringe Wirkung im Diaphragma, um auch alle anderen Thiere zu einer gleichen Thätigkeit zu veranlassen: »le diaphragme s'élargit, et tous les individus avertis par ce dernier mouvement se contractent à leur tour«. Da nun aber in alten Stöcken ein grosser Theil der Ascidiozooide überhaupt kein in das Diaphragma reichendes Mantelgefäss besitzt, bliebe für diese Thiere jede synchronische Aktion unmöglich, wenn nur auf dem von Lahille angedeuteten Wege eine indirekte Verbindung vorhanden wäre.

VII. Das Herz und die Blutbahnen.

In frühen Entwicklungsstadien stellt das Herz sammt Perikardium ein kleines rundliches Zellsäckchen dar, das der rechten ventralen Seite der hinteren Kiemendarmwand dicht anliegt. Das Bläschen ist allseitig geschlossen, und sein Lumen, die spätere Perikardialhöhle, steht mit der primären Leibeshöhle in keinem Zusammenhang. Bald stülpt sich die vordere, dem Kiemendarm anliegende Wand, nachdem sie sich abgeflacht hat, gegen die hintere zu in die Perikardialhöhle ein, und so bildet sich ein doppelwandiger Sack, dessen beide Wandungen an der Einstülpungsstelle ineinander übergehen. Der äussere Sack ist das Perikardium, der innere das Herz; zwischen beiden liegt die allseitig abgeschlossene Perikardialhöhle, die Herzwand umschliesst die Herzhöhle, welche durch die schlitzförmige Einstülpungsstelle mit der primären Leibeshöhle in Verbindung steht und wie diese Blutzellen führt. Da aber die hintere Kiemendarmwand den Schlitz von vorn her dicht bedeckt (Fig. 7, Tafel VI), bleibt nur ventral und dorsal je eine Oeffnung der Herzhöhle in die Leibeshöhle bestehen. In älteren Thieren verwachsen überdies die Ränder des Einstülpungsschlitzes im ganzen mittleren Theil, sodass schon dadurch, auch ohne die Kiemendarmwand, ein theilweiser Verschluss der Herzhöhle bewirkt wird.

Herz- und Perikardialwand bilden ein einschichtiges, sehr flaches Epithel; namentlich die letztere gestaltet sich überaus zart und fein, sodass sie sich nur bei stärkeren Vergrösserungen von der Gallerte der Leibeshöhle, von welcher sie umschlossen wird, deutlich abhebt. Nur wenige flache Kerne sind in der Perikardialwand unregelmässig vertheilt.

Die Herzwand zeichnet sich durch die Entwicklung einer feinen Lage quergestreifter, parallel verlaufender Fibrillen aus, welche nach dem bekannten Typus von Epithelmuskelzellen an der Basis der flachen Zellen ausgeschieden werden. Jede Zelle scheidet mehrere nebeneinander liegende Fibrillen aus, und die Länge einer Gesammtfibrille erstreckt sich über die ganze Herzwand, also durch mehrere Zellen hindurch. —

Besondere, mit Wandungen versehene Gefässe gehen vom Herzen nicht aus, sondern das Blut bewegt sich nur in den Lückenräumen der primären Leibeshöhle, welche von

der Gallerte nicht erfüllt werden. Doch will ich nicht in Abrede stellen, dass hin und wieder, so namentlich in der Region des Verdauungstraktus, Mesenchymzellen über ganz kleine Strecken sich abflachen und die Lückenräume von der Gallerte schärfer abgrenzen können. Der Verlauf der Blutbahnen liess sich in meinem konservirten Material nicht genau verfolgen. Ein grosser ventraler Sinus liegt ventral und seitlich vom Endostyl, ein dorsaler verläuft über der ganzen Rückenseite des Kiemendarmes und umspült das blutbildende Organ. In den ersteren gelangt das Blut direkt aus der ventralen Herzöffnung, während das durch das Dorsalostium austretende Blut zuerst die Eingeweide umströmt, bevor es hinten in den Dorsalsinus eintreten kann. Diese Hauptlängsstämme verbinden sich jederseits einmal durch die oben bereits beschriebenen Quergefässe des Kiemenkorbes und sodann durch den auswärts vom Flimmerbogen verlaufenden peripharyngealen Sinus, in welchem die Leuchtorgane liegen.

Das Herz der Pyrosomen wurde 1840 von Milne-Edwards (**17**) entdeckt. Die Beobachtung des lebenden Thieres konnte über die vollständige Uebereinstimmung der Herzaktion mit den übrigen Tunikaten keinen Zweifel bestehen lassen, und so erkannte denn auch sofort Milne-Edwards die wurmförmigen, bald in der einen, bald in der anderen Richtung vorschreitenden Kontraktionen des Herzens und den dadurch bedingten Wechsel in der Richtung des Blutstromes. Später hat dann Pavesi (**20**) mancherlei Einzelheiten hinzugefügt, die sich namentlich auf den embryonalen Blutlauf des Cyathozooids und der vier ersten noch jugendlichen Ascidiozooide beziehen. Auch den Blutlauf in den Knospen hat er eingehender beobachtet.

Eine besondere Beachtung verdienen die Blutbahnen in den Mantelgefässen, weil sie, infolge der oben erörterten Bildung der Längsmuskeln, besondere und eigenartige Wandungen besitzen. Das Mantelgefäss kann direkt und zutreffend als ein hohler Längsmuskelschlauch bezeichnet werden. Das durchströmende Blut dient zur Ernährung nicht nur dieses Muskels, sondern auch des Mantelgewebes und zwar im besonderen des Diaphragmas. Und ferner möchte ich glauben, dass die Mantelgefässe auch die Wege sind, auf welchen die Mesenchymzellen zum guten Theil in den Mantel austreten; das massenhafte Vorkommen von Mantelzellen in dem von Gefässen reich durchsetzten Diaphragma legt diese Annahme nahe.

VIII. Die Geschlechtsorgane.

Im Hinterende einer jeden jungen Knospenanlage, die durch den segmentalen Zerfall des Pyrosomenstolos entstanden ist, liegt ein mesodermaler Zellhaufen, der durch einen centralen, ganz besonders grossen, bläschenförmigen Kern auffällt. Dieser Zellhaufen theilt sich weiterhin in zwei Partieen: in eine ventrale, den »Keimstrang« oder die »Keimmasse«, die später, wenn ein neuer Stolo prolifer sich ausbildet, in diesen übertritt und in einer hier nicht zu erörternden Weise umwandelt, und in eine dorsale, die die Anlage des gesammten Zwitterapparates darstellt und jenen grossen, bläschenförmigen Kern enthält. Dieser letztere stellt bereits das Keimbläschen des einzigen Eies dar, welches im Ovarium reift. Während die übrigen Kerne sich durch Theilung vermehren, zerfällt die Zwitteranlage in zwei Abschnitte, die sich füglich voll-

kommen voneinander trennen. Der rechte Theil enthält das Keimbläschen und wird zum Ovarium, der linke bildet die Hodenanlage.

Die Thatsache, dass der Zwitterapparat eines Thieres und der Keimstrang seines Stolo prolifer aus einer gemeinsamen und einheitlichen Anlage hervorgehen, war für mich der Ausgangspunkt zu einer neuen Auffassung der Entstehung des Generationswechsels der Tunikaten (**29**). Ich will dieselbe hier nicht erst entwickeln und abermals zu begründen unternehmen, obwohl neuerdings sowohl Brooks als auch Salensky, gegen deren Anschauungen ich mich allerdings besonders gewendet hatte, mich zu widerlegen versucht haben. Mir erscheinen aber diese letzten Ausführungen nicht geeignet, mich in meiner alten Auffassung schwankend zu machen; ich halte vielmehr an ihr auch jetzt noch fest.

1. Das Ovarium.

Die Zellen der Ovarialanlage differenziren sich nach drei Richtungen hin. Die das Keimbläschen enthaltende Zelle wird zum Ei und wächst rasch zu bedeutender Grösse heran; sie wird umgeben von einer Schicht flacher Follikelzellen, und diese setzen sich in den Eileiter fort. Während das Ei schon frühzeitig durch die besondere Kernform auffällt, sind die Follikel- und Eileiterzellen ursprünglich ganz gleichartig beschaffen.

Bei der Vergrösserung der Eizelle werden reichliche Mengen Dotterkörperchen im Zellkörper abgelagert, und gleichzeitig rückt schon auf frühen Stadien das Keimbläschen excentrisch an die dem Eileiter zugekehrte Seite. Die Reifungserscheinungen des Eies sind vor einiger Zeit ausführlich von Salensky (**25**, p. 430—437) behandelt worden. Trotzdem ist bisher die Bildung der Richtungskörper nicht beobachtet und auch der Befruchtungsvorgang noch nicht verfolgt worden.

Der Follikel bildet um das reife Ei eine dünne und vollständig geschlossene Schicht flacher Zellen. Auch da, wo der Eileiter sich mit seinem trichterförmigen Ende ansetzt, ist das Ei nicht nackt, sondern durch den Follikel vom Kanallumen getrennt. Bei der Befruchtung muss also das Spermatozoon den Follikel durchbohren (Fig. 15, Tafel I).

Der Eileiter stellt in jüngeren Stadien ein noch kurzes trichterförmiges Gebilde dar, dessen breiter Theil in die Follikelwand sich fortsetzt, während der verjüngte Theil der Röhre in die Kloake mündet. Die Zellen der einschichtigen Wandung sind ungefähr kubisch. Während die Eizelle reift, sondern sich die zwei Theile des Eileiters immer schärfer voneinander ab: der basale Trichtertheil und der strangförmige, der Kloakenwand sich verbindende.

Der Basaltheil grenzt sich durch eine cirkuläre Furche vom Follikel etwas schärfer ab und bildet eine sackartige Erweiterung. Schon auf sehr frühen Stadien bemerkt man in dieser eine Anzahl entwickelter Spermatozoen, die daselbst zu verharren scheinen, bis das Ei die völlige Reife und Befruchtungsfähigkeit erlangt hat. Salensky hat daher diesen Abschnitt des Eileiters nicht unpassend als Receptaculum seminis bezeichnet. Bei vielen Thieren sind die reifen Spermatozoen im Receptaculum, in das sie nur von der Kloake aus durch den Kanal des Eileiters gelangen konnten, vorhanden, bevor noch die eigenen Hoden vollkommen ent-

wickelt sind. Es muss also offenbar eine Begattung [1]) durch ein anderes Thier wahrscheinlich desselben Stockes stattgefunden haben. In anderen Fällen sind allerdings bereits die Hoden gereift, wenn im Receptaculum die Spermatozoen erscheinen, sodass also bei den Pyrosomen keine allgemein vorkommende Einrichtung herrscht, die die Selbstbefruchtung der Hermaphroditen unmöglich machen würde.

Der der Kloakenwand sich verbindende Abschnitt des Eileiters ist nur in jüngeren Stadien eine Röhre. Während das Ei reift, verwandelt er sich, nachdem einmal die Spermatozoen in das Receptaculum gelangt sind, in einen soliden Strang. Damit ist die Begattung auf ein ganz bestimmtes Stadium beschränkt, und zwar eigenthümlicher Weise auf ein sehr frühes, in welchem das Ei noch nicht vollständig reif ist. Selbstbefruchtung wird daher in allen den Fällen unmöglich, in welchen die Hodenreife nicht beträchtliche Zeit vor die Eireife fällt.

Wie durch Kowalevsky (11) festgestellt worden ist, liegen im reifen und später auch im befruchteten Ei zwischen dem Follikel und dem Eiplasma zahlreiche Zellen, die man in Uebereinstimmung mit den Ascidien wohl als Testazellen bezeichnen darf. Salensky hat sie »Kalymmocyten« genannt und glaubt, dass sie weiterhin in der Embryonalentwicklung eine wichtige Rolle spielen. Diese Zellen sind nichts anderes als ausgewanderte Follikelzellen. —

Die Zeit der Eireife unterliegt sehr bedeutenden Schwankungen. Bei *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* tritt sie immer spät ein, lange nachdem der Hoden reife Spermatozoen zu produciren begonnen hat (vergl. Fig. 2, Tafel III). Hier ist also die Möglichkeit der Selbstbefruchtung vorhanden. In kleineren Stöcken, die sich erst aus wenigen Etagen zusammensetzen, sind die Geschlechtsorgane noch völlig unentwickelt. In einer $8^1/_2$ mm langen, aus 3 Etagen bestehenden Kolonie von *Pyrosoma giganteum* ist die Anlage des Zwitterapparates eben erst in Hoden und Ovarium getheilt (Fig. 3 und 4, Tafel IV), und wenn bei einer Stocklänge von 16 mm die grössten der in 5 bis 6 Etagen angeordneten Ascidiozooide 4 und 5 mm lang geworden sind, ist der Geschlechtsapparat immer noch ganz unentwickelt. — Etwas rascher scheint in jungen Kolonien von *Pyrosoma atlanticum* die Entwicklung vorzuschreiten. So sieht man in Fig. 10, Tafel III das Hinterende eines erst 2 mm langen Ascidiozooids aus einem 11 mm grossen Stock und findet die Geschlechtsorgane beträchtlich entwickelter als bei einem gleich alten *Pyrosoma giganteum*. Während der Hoden bereits in einzelne Lappen zu zerfallen beginnt, unterscheidet man im Ovarium das Ei, den Follikel und den verhältnissmässig langen Eileiter. Weiterhin schreitet aber die Entwicklung des Eierstocks viel langsamer vor als die des Hodens, und so fand ich in 5—6 cm langen Stöcken, deren Einzelthiere 4—$5^1/_2$ mm massen, noch ganz unreife Eier neben vollkommen entwickelten Hoden (Fig. 1 und 2, Fig. 11, Tafel III).

Pyrosoma minimum scheint sich, soviel ich bemerken konnte, bezüglich der Geschlechtsorgane ganz ähnlich wie *Pyrosoma atlanticum* zu verhalten (vergl. Fig. 1 und 2, Tafel IV).

[1]) Ich bezeichne hier mit Begattung das Eindringen der Spermatozoen in den Eileiter und das Receptaculum seminis.

Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse bei *Pyrosoma aherniosum* [1]), denn hier reifen schon in ganz kleinen Stöcken die Geschlechtsorgane. In 9 mm langen Kolonien, in welchen die vier ältesten, an der Spitze stehenden Ascidiozooide meist schon $4^1/_2$ mm Länge erreichen (vergl. Fig. 7 und 8, Tafel IV), sind in diesen letzteren die Hoden oft bereits gereift und die allerdings noch nicht befruchtungsfähigen Eier auf 0·18 mm im Durchmesser herangewachsen. Das Receptaculum seminis ist mit reifen Spermatozoen erfüllt, deren Herkunft natürlich nicht sicher zu bestimmen ist. In den kleineren und jüngeren Thieren der beiden unteren Etagen sind die Geschlechtsorgane noch unreif. — In einem 24 mm langen Stock (Fig. 3, Tafel V) tragen auch jüngere, der Basis nahe liegende, $2^1/_2$—3 mm lange Thiere, bereits wohl entwickelte kleine Embryonalkolonien, und die ältesten und grössten, bis 5 mm messenden Ascidiozooide haben sich sogar ihrer Brut entledigt und besitzen nur noch einen stets weiter funktionirenden Hoden. Reife Eizellen findet man bereits in 1·8 mm langen Ascidiozooiden. Es ist also zweifellos, dass hier die Geschlechtsreife eintritt, bevor noch das Ascidiozooid seine volle Grösse erreicht hat, dass das Mutterthier wächst, während in seinem Inneren die Embryonalentwicklung des Eies sich vollzieht und dass die definitive Grösse erst dann erreicht wird, wenn die junge Tochterkolonie bereits geboren wurde. In gewissem Sinne erinnert diese Erscheinung an die Paedogenese und an die von Chun als Dissogonie bezeichneten Vorgänge bei Ctenophoren.

Bei *Pyrosoma aherniosum* bestehen ferner bedeutende individuelle Verschiedenheiten in der Reifungszeit des Eies. Wie oben erwähnt, reift in den vier ersten Ascidiozooiden zuerst der Hoden, dann das Ei, und ein Gleiches gilt für viele Thiere in älteren Stöcken. In anderen und vielleicht zahlreicheren Fällen geht aber die Reifung des Eies der der Spermatozoen voraus, und damit erscheint jede Möglichkeit von Selbstbefruchtung ausgeschlossen. In Fig. 8, Tafel V habe ich ein solches 1·8 mm langes Thier abgebildet, in welchem das Ei vollkommen reif, vielleicht bereits befruchtet war, während der Hoden noch auf einem ziemlich frühen Entwicklungsstadium stand. —

Während der Embryonalentwicklung vergrössert sich der Keim um ein mehrfaches und findet in der primären Leibeshöhle, in welcher er anfänglich liegt, keinen Raum mehr. Er treibt die äussere, ventrale Kloakalwand in die Kloakenhöhle hinein und gelangt selbst in die letztere, nachdem er das zarte Epithel gesprengt hat. Herdman (**5**, p. 23) ist im Irrthum, wenn er, insofern ich recht verstehe, die Geschlechtsorgane von allem Anfange an in einem Divertikel des Peribranchialraumes gebildet werden lässt; sie entstehen vielmehr in der primären Leibeshöhle. Nach den Beobachtungen der älteren Autoren gelangt der Embryo bei *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* stets direkt in den Kloakenraum. Anders ist es bei *Pyrosoma aherniosum*, bei welchem die Kloake nur wenig umfangreich entwickelt ist. Hier schiebt sich der Keim nach Dehiscenz eines Theils des ventralen äusseren Kloakenepithels von hinten her in den rechten Peribranchialraum ein (Fig. 3, Tafel V) und wächst dort so beträchtlich heran, dass er den gesammten Kiemenkorb und Darm nach links drückt und $^2/_3$ der Länge des

[1]) Ich benütze diese Gelegenheit, um zu berichtigen, dass die seiner Zeit von mir gegebene Darstellung der Entwicklung der Geschlechtsorgane in den jungen Pyrosomenstöcken im Stadium VI und VII (**31**. p. 379 fg.) sich auf diese nunmehr als neu erkannte Species und nicht auf *Pyrosoma giganteum* bezieht.

Mutterthieres erreichen kann (Fig. 4, Tafel V). Die Geburt der jungen Kolonie erfolgt natürlich auch hier durch die Egestionsöffnung, die allerdings eine ausserordentliche Erweiterung erfahren muss.

2. Der Hoden.

Die junge Hodenanlage stellt zunächst einen gleichartigen kleinzelligen Körper dar, dessen Elemente sich aber sehr bald, ganz ähnlich wie im Ovarium, nach drei Richtungen differenziren. Eine periphere Schicht bildet die Hodenfollikelwände und setzt sich in den Samenleiter fort, die centrale Hauptmasse verwandelt sich nach und nach in die Spermatozoen (Fig. 15, Tafel I). Die Hodenanlage ist, den Samenleiter abgerechnet, stark abgerundet, fast kugelförmig. Bald aber bilden sich bei allen Arten zahlreiche Lappen, welche mehr oder minder genau horizontal oder meist in einer dorsal nach vorn aufsteigenden Richtung verlaufen. Die Zahl der Lappen ist variabel, dürfte aber wohl nur selten 12 übersteigen, ausgenommen *Pyrosoma spinosum*, bei welchem 20 vorhanden sind; ihre Länge ist ebenfalls verschieden, beträgt aber meistens etwa die Hälfte der des Verdauungstraktus. Alle Lappen sind an ihren ventralen Enden miteinander verbunden, und hier entspringt der Samenleiter.

Bezüglich der Hodenlage lassen sich zwei verschiedene Typen unterscheiden. Bei *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* rückt die Hodenanlage frühzeitig in eine immer stärker sich hervorwölbende hernienartige Ausstülpung der primären Leibeshöhle hinein und reicht mit den dorsalen Lappenenden nicht einmal bis zur ventralen Darmschlinge heran (Fig. 1 und 3, Tafel I; Fig. 1 und 2, Fig. 11, Tafel III). Bei *Pyrosoma aherniosum* fehlt diese Ausbuchtung der Leibeshöhle; die Hodenanlage bleibt dicht am Intestinum liegen, und die später sich entwickelnden Hodenlappen umgeben den Verdauungstraktus, indem sie mit ihren dorsalen Enden bis über die Mitte des Magens hinaus wachsen können (Fig. 1, Tafel V). Die Art und Weise, wie die Hodenlappen im einzelnen sich um den Darm anordnen, sind nicht immer die gleichen. Ich verweise auf die in Fig. 12, 13 und 16, Tafel VI abgebildeten frontalen Längsschnitte, welche die Lagebeziehungen der Hoden klar erkennen lassen.

Ueber den feineren Bau der männlichen Geschlechtsorgane habe ich nur weniges hier vorzubringen.

Die Follikelwand, die die einzelnen Hodenlappen umhüllt, bildet ein einschichtiges, sehr feines Plattenepithel. In alten Thieren lässt sich namentlich an den blinden Lappenenden die zellige Struktur oft gar nicht mehr nachweisen, und die Wandung zeigt da den Anblick einer zarten strukturlosen Membran. An den ventralen Enden verdicken sich die Wände ein wenig und hängen alle miteinander zusammen, um sich in den Samenleiter fortzusetzen. Es ist selbstverständlich, dass die äussersten Ventralenden der Lappen nicht eben so dick und prall mit Spermatozoen gefüllt sein können, wie die mittleren und dorsalen Abschnitte, sondern dass sie sich gegen die Verbindungsstelle zu verjüngen müssen. Bei manchen Lappen zieht sich nun die Follikelwand hier zu einer ganz ansehnlichen Röhre aus, bei anderen wieder ist nur ein kurzes trichterförmiges Endstück vorhanden. Man wird diese ventralen Verlängerungen der Hodenfollikelwandungen als Vasa efferentia bezeichnen dürfen. — Bei den pigmentirten Thieren

von *Pyrosoma aherniosum* sind auch den Hodenwandungen die rothbraunen Pigmente eingelagert, doch vermochte ich nicht immer zu entscheiden, ob nicht auch besondere, pigmentirte Mesenchymzellen zwischen die aneinandergepressten Hodenlappen eingetreten sind und sich diesen dicht angeschmiegt haben.

Der Samenleiter entspringt am ventralen Hodenende und stellt einen S-förmig gebogenen Kanal dar, der links hinter dem Eileiter in die Kloake mündet. Im Gegensatze zu diesem letzteren ist er ein beständiges Gebilde, da ja auch der Hoden das ganze Leben hindurch funktionirt. Da, wo die Vasa efferentia zusammentreten, ist er ein wenig ampullenförmig erweitert; im übrigen Theil ist der Kanal ziemlich fein, aber nicht überall ganz gleichmässig weit. Seine Wand ist dünn und besteht aus kleinen cylindrischen und kubischen oder auch etwas stärker abgeflachten Zellen.

Der Hodeninhalt besteht in jedem älteren Läppchen aus allen den verschiedenen Zellgenerationsformen, die bei der Spermatozoenbildung auftreten. Im allgemeinen sind die verschiedenen Zellen in bestimmten Zonen angeordnet, wenngleich beträchtliche Störungen in der Gruppirung sehr häufig sich beobachten lassen. Die ältesten Zellgenerationen (Ursamenzellen) liegen vorwiegend an den blinden, dorsalen Enden; weiter ventral zu folgen sich dann die Samenmutterzellen und deren beide Folgegenerationen, und in der Nähe der Vasa efferentia kann man die Umbildung der jungen Spermatiden zu reifen, geschwänzten Spermatozoen wahrnehmen. Im besonderen möchte ich hier aber noch auf Fig. 14, Tafel VI hinweisen, in welcher eine auffallende Abweichung von diesem eben geschilderten Verhalten wiedergegeben ist. Der betreffende Schnitt ist nahe dem dorsalen Ende eines Hodenlappens geführt worden, er zeigt aber nicht nur Ursamenzellen und Spermatocyten, sondern zwischen und peripher von diesen auch reife Spermatozoen. Der Hodenfollikel ist so fein und zart, dass es fast scheinen möchte, als ob er in voller Auflösung begriffen sei. Geschieht das in der That, so müssen die reifen Spermatozoen direkt in die Leibeshöhle entleert werden. Die Dorsalenden der übrigen Hodenlappen desselben Thieres enthielten in normaler Weise nur Ursamenzellen.

B. Systematischer Theil.

I. Geschichtlicher Ueberblick.

Die erste genauere Beschreibung und Abbildung eines *Pyrosoma* hat Péron im Jahre 1804 gegeben. Es scheint aber, dass diese pelagischen Tunikaten bereits in älterer Zeit bekannt waren, wenn auch freilich aus den dürftigen vorliegenden Bemerkungen eine sichere Feststellung nicht recht möglich ist. Ganz unsicher ist die Zurückführung des *Cucumis marinus* des Plinius auf ein *Pyrosoma,* und ebenso zweifelhaft bleibt es, ob die gleich benannte Form in Rondelet's 1555 erschienenem Werke »Universae aquatilium historiae pars altera, cum veris ipsorum imaginibus«, wie Leuckart meint, in der gleichen Weise zu deuten ist. Conrad Gesner und Aldrovandi wiederholen später lediglich Rondelet's Angaben über den *Cucumis marinus,* sodass dadurch dessen Deutung nichts an Sicherheit gewinnt. Huxley (**7**, p. 193) hat darauf aufmerksam gemacht, dass vielleicht auch Forskål die Pyrosomen nicht unbekannt gewesen sein möchten und dass vielleicht die in den »Descriptiones animalium« als *Medusa beroe* var. *rufescens* beschriebene Form auf eine Feuerwalze zu beziehen sei. Forskål's Beschreibung (p. 111) ist sehr kurz gehalten: »*Medusa beroe rufescens*: ovato-oblonga; saepe 5 poll. longa; intus prorsus vacua. Gallis: *Concombre de la mer.* In mari mediterraneo frequens«. Da keine Abbildung beigegeben ist, bleibt die Deutung ungewiss.

Unter dem Namen *Monophora noctiluca* hat Bory de St. Vincent (Voyage dans les quatre principales iles des mers d'Afrique fait pendant les années 1801 et 1802. Bd. I, p. 107, Tafel 6, Fig. 2. Paris 1804) vielleicht noch etwas vor Péron eine neue Form beschrieben, die wahrscheinlich ein *Pyrosoma* ist. Allerdings ist die Darstellung recht ungenügend, aber Quoy und Gaimard, die vermuthlich Gelegenheit genommen hatten, sich durch Prüfung der Originalstücke oder persönliche Nachfrage zu überzeugen, identificiren diese *Monophora* und Péron's *Pyrosoma* (**24**, p. 495).

Die Beschreibung des *Pyrosoma atlanticum*, die Péron in demselben Jahre gegeben hat (**21**), ist in anatomischer Beziehung noch ganz ungenügend. Der ganze Stock wird als ein einziges Thier aufgefasst; die Einzelthiere sind als solche nicht erkannt, sondern nur die grössten derselben als »Tuberkel« beschrieben worden. Bei so ungenügender Kenntniss des Baues konnte natürlich die systematische Stellung dieser Form nicht richtig beurtheilt werden. Péron hält denn auch die Pyrosomen für Zoophyten, während sie Lamarck in seiner Philosophie zoologique 1809 zu den Strahlthieren stellt. Péron fand sein *Pyrosoma,* das in ungeheuren

Mengen die Meeresoberfläche bedeckte, zwischen dem 3. und 4.° N. Br. und 19—20° W. L. (von Paris) bei einer Wassertemperatur von 22° R. Nachts leuchteten die Thiere roth wie glühendes Eisen und erzeugten ein prächtiges Meerleuchten.

Ich habe keine Gewissheit darüber erlangen können, ob Péron's Beschreibung des *Pyrosoma* später als die der *Monophora* von Bory erschienen ist. Ist das der Fall und sind wirklich beide Formen identisch, so dürfte nach den jetzt massgebenden Gesichtspunkten »*Pyrosoma*« als Genusbezeichnung nicht mehr angewendet werden und müsste durch den älteren Namen *Monophora* ersetzt werden.

Eine zweite Species hat Lesueur 1813 (**13**) als *Pyrosoma elegans* kurz beschrieben, ohne allerdings die wahren Bauverhältnisse erkannt zu haben. Zwei Jahre später wurde von demselben Autor eine dritte Art, das *Pyrosoma giganteum* (**14**) eingehend behandelt. In dieser wichtigen Untersuchung wird zuerst der Nachweis geführt, dass das *Pyrosoma* nicht ein einziges Thier, sondern ein Thierstock ist, der sich aus einer sehr grossen Zahl Einzelindividuen zusammensetzt. Auch die Organisation dieser letzteren wird in vielen Punkten richtig erkannt, sodass die Uebereinstimmung mit dem Bauplan der Ascidien nicht mehr verborgen bleiben konnte. In den Systemen Savigny's (**26**) und Lamarck's, der 1816 in seiner »Histoire naturelle des animaux sans vertèbres«, Bd. III, die Klasse »Tunicata« aufgestellt hat, findet das bereits seinen Ausdruck.

Für diese 3 Pyrosomenarten hat schon 1816 Savigny eingehende und, wie es schien, scharfe Diagnosen, die bis auf den heutigen Tag meistens einfach reproducirt wurden, gegeben. Ich theile Savigny's Bestimmungstabelle hier im Auszuge mit, obwohl sie, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, scharfe Artabgrenzungen nicht mehr bietet.

I. Pyrosomata verticillata.

Animaux verticillés, ou disposés par anneaux réguliers, plus saillans de distance en distance.

1. *Pyrosoma elegans* Lesueur. Corps conique, long de quinze lignes, offraut sept anneaux plus saillans, le premier et le dernier terminaux; sans diaphragme annulaire.

II. Pyrosomata paniculata.

Animaux non verticillés, formant des cercles très-irréguliers, et dont les sommités sont partout inégalement saillantes.

2. *Pyrosoma giganteum* Lesueur. Corps presque cylindrique, à sommités extérieures très inégales, hémisphériques ou coniques, les plus saillantes ayant leur appendice ou papille terminale lancéolée, sub-carénée, finement dentelée; diaphragme annulaire; longueur totale 14 pouces. Grandeur individuelle, variant de 3 à 5 lignes, suivant que le cou du thorax est plus ou moins prolongé, circonstance qui est indépendante de l'âge des individus.

3. *Pyrosoma atlanticum* Péron. Corps conique, long de six à sept pouces, à sommités extérieures terminées en pointes subulées.

Zum obersten Eintheilungsprincip erscheint hier eine solche Eigenthümlichkeit des Stockes erhoben, die in verschiedenen Altersperioden an ein und derselben Kolonie auftritt. Die quirlförmige Stellung der Einzelthiere und die Anordnung zu übereinander liegenden Ringen oder

Etagen ist nämlich kein bestimmtes Artmerkmal, sondern kommt den jugendlichen Stöcken verschiedener Arten zu. Damit wird das wichtigste Merkmal für *Pyrosoma elegans* hinfällig, und auch die übrigen Artkriterien sind so wenig konstant, dass eine sichere Diagnose unmöglich wird. Doch wird das weiter unten genauer erörtert werden. Auch *Pyrosoma giganteum* und *Pyrosoma atlanticum* sind auf Grund der bisher gegebenen Beschreibungen nicht scharf zu unterscheiden, wie denn auch Herdman (**5**, p. 25) bemerkt: »I know of no one good character by which these species can be separated«. So hat denn Lahille (**12**) nicht nur diese beiden Arten, sondern auch *Pyrosoma elegans* zu einer zusammengezogen und mit diesem letzteren Namen bezeichnet. Doch müsste, wenn dieses Vorgehen berechtigt wäre, die Benennung *Pyrosoma atlanticum* gewählt werden, da sie als die älteste bereits 1804 von Péron eingeführt wurde.

Ausser diesen drei Arten sind weiterhin noch eine Reihe anderer beschrieben worden. So berichten Quoy und Gaimard (**24**) über ein *Pyrosoma rufum,* das sie am Kap der guten Hoffnung in grosser Zahl angetroffen haben. Die bis 1 Fuss langen Stöcke waren cylindrisch und zeigten keine Phosphorescenzerscheinungen. Die Beschreibung muss im ganzen als recht ungenügend bezeichnet werden; so wird namentlich nicht klar ersichtlich, auf Grund welcher Merkmale eine neue Species aufgestellt worden ist. Uebrigens äussern die Verfasser selbst die Ansicht, dass ihre Form vielleicht nur eine Varietät des *Pyrosoma giganteum* sei, und es dürfte sich daher empfehlen, sie nicht weiter als eine besondere Art anzuführen.

Im Jahre 1886 beschrieb Perrier (**23**, p. 229) eine, wie es scheint, neue Form unter dem Namen *Pyrosoma excelsior.* Das Thier war von riesigen Dimensionen, mass 2 Meter Länge und 20 cm Breite und war auf der Expedition des Talisman in der tropischen Zone gefischt worden. Worin ausser der ungeheuren Grösse, die ja auch nur eine Folge des hohen Alters des Stockes sein und von jeder Art erreicht werden könnte, die charakteristischen Speciesmerkmale bestehen, ist nicht zu entnehmen, denn über die Organisation findet sich lediglich die Angabe: »Sur le manchon de cristal les viscères écarlates de chaque Ascidie semblaient autant de rubis enchâssés«. Perrier fügt hinzu, wohl nur in Berücksichtigung der kurzen Mittheilung Moseley's (**18**), dass auf der Challenger-Expedition wahrscheinlich dieselbe Species gefunden worden sei.

Diese Challenger-Form hat Herdman (**5**) später *Pyrosoma spinosum* benannt und etwas eingehender beschrieben. Nur zwei Exemplare wurden erbeutet, das grössere mass 4′ 2″ in der Länge und war 9″ breit, also etwas kürzer aber dafür dicker als das Talisman-Exemplar. Das wichtigste Merkmal besteht in dornförmigen Mantelfortsätzen, welche sich über die Oberfläche erheben und nach den Dorsalseiten zu gerichtet sind.

Bezüglich der Eintheilung der Pyrosomen schliesst sich Herdman Savigny an, indem er Formen, deren Ascidiozooide in regelmässigen Etagen angeordnet sind *(Pyrosoma elegans)* und solche, die ungeordnete Einzelthiere besitzen, unterscheidet. In der letzteren Gruppe bestimmt er die Species nach der Form und Beschaffenheit der äusseren Mantelfortsätze. Kurze, dornenförmige Fortsätze erheben sich über die Oberfläche bei *Pyrosoma spinosum.* Bei *Pyrosoma atlanticum* und *giganteum* dagegen ragen lange Erhebungen empor. Die Kolonien der ersteren

Form sind konisch, die Mantelfortsätze »subulate or conical«; *Pyrosoma giganteum* dagegen ist cylindrisch und besitzt Mantelfortsätze »flattened and lanceolate at their free ends«.

Die Untersuchung des Plankton-Materials hat mich zu einem anderen Standpunkt geführt. Als neu ergaben sich *Pyrosoma minimum* und *Pyrosoma aherniosum*. Von *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* waren allerdings nur jugendliche Stöcke, die höchstens 5—6 cm lang waren und noch keine Embryonen oder auch nur reife Eier entwickelt hatten, gefischt worden. Diese jungen Stöcke zeigten aber so konstante Verschiedenheiten, dass ich mich veranlasst sehe, bei *Pyrosoma atlanticum* zwei Varietäten zu unterscheiden. Die eine zeichnet sich schon in diesen jungen Stadien durch bestimmte Mantelfortsätze aus, sodass ihre Oberfläche mit spitzen Höckern behaftet erscheint; ich nenne sie daher Var. *tuberculosum*. Die andere Varietät entbehrt dieser Fortsätze, besitzt eine glatte Oberfläche, und ich bezeichne sie daher als Var. *levatum*. Ob diese Verschiedenheiten später wieder ausgeglichen werden, vermag ich allerdings nicht sicher zu entscheiden; ich glaube es aber kaum. Da, wie erwähnt, unter dem Plankton-Material ältere, grössere Stöcke nicht vorhanden waren, habe ich mit gütiger Erlaubniss des Geheimraths Herrn Möbius daraufhin die Pyrosomen des hiesigen Museums durchgesehen, ohne aber über die beiden Varietäten von *Pyrosoma atlanticum* volle Klarheit gewinnen zu können. Ebensowenig gestattete das Material, das mir Prof. Chun in bekannter Liberalität zur Verfügung stellte, eine Entscheidung darüber. In anderer Hinsicht waren mir aber diese Zuwendungen an neuem Material sehr werthvoll, sodass ich mich beiden Herren zu besonderem Danke verpflichtet fühle.

Pyrosoma elegans kann meiner Meinung nach auf Grund der bisherigen Darstellungen als eine besondere Art nicht aufrecht erhalten werden, und damit entfällt die Möglichkeit, die Art der Stellung der Einzelthiere im Stock als oberstes Eintheilungsprincip zu verwerthen. Meine Untersuchungen haben mir das bestimmte Ergebniss geliefert, dass die Form des Stockes einer Art recht weit gehenden Verschiedenheiten unterliegen kann und dass es nicht angeht, Arten darauf zu gründen, dass die eine Kolonie cylindrisch, die andere konisch ist. *Pyrosoma aherniosum* müsste dann wiederum in mindestens zwei Arten aufgelöst werden. Es ist vielmehr einzig und allein der Bau der einzelnen Ascidiozooide, auf den die Aufstellung einer Art gegründet werden darf.

Bei diesem Gesichtspunkt erscheinen die Beschaffenheit und Lage der Geschlechtsorgane in erster Linie von Bedeutung. In der einen Gruppe liegen die Hoden in einer besonderen bruchsackartigen Ausstülpung der primären Leibeshöhle, und das sich entwickelnde Ei gelangt in den unpaaren Kloakenraum. Die Geschlechtsreife tritt erst dann ein, wenn der Stock eine beträchtliche Grösse erlangt hat und sich aus vielen hundert Einzelthieren zusammensetzt. Bei anderen Pyrosomen (*Pyrosoma aherniosum*) fehlt die bruchsackartige Ausstülpung der Leibeshöhle; der Hoden umgiebt den Verdauungstraktus, der Embryo entwickelt sich im rechten Peribranchialraum, und die Geschlechtsorgane reifen in kleinen Kolonien, die erst aus wenigen Etagen bestehen.

Innerhalb der ersten Gruppe bedingt dann vornehmlich die Beschaffenheit des vorderen Körperendes, die Länge des Schlundrohres und der Mantelfortsätze, die Eintheilung in verschiedene Arten und Varietäten.

II. Uebersicht über die Arten der Pyrosomen.

1. Pyrosoma atlanticum Péron.

Péron **21**, p. 437 und Tafel. 1804.
» **22**, p. 485; Tafel XXXI, Fig. 1 und 2. 1807.
Huxley **6**, p. 580; Tafel XVII. 1851.

Während nach Péron die Kolonien dieses *Pyrosoma* 16 cm, nach Huxley sogar 25 cm Länge erreichen, waren die grössten auf der Plankton-Expedition gesammelten kaum 6 cm lang. Ausnahmslos waren die Eizellen noch klein und unreif, die Hoden dagegen producirten in vielen Ascidiozooiden bereits reife Spermatozoen. Diese jungen Stöcke unterscheide ich als zwei Varietäten, deren Unterschiede hier kurz hervorgehoben werden sollen.

a. *Pyrosoma atlanticum* var. *levatum.*

Tafel III, Fig. 9—13; Tafel IV, Fig. 5.

Aeussere Mantelfläche glatt, ohne merklich hervorragende Mantelfortsätze.

Länge der grössten Einzelthiere: 4 mm bis $4^1/_2$ mm (in 5—6 cm langen Stöcken).

Schlundrohr ganz kurz, einen breiten, abgestutzten Kegel bildend.

Endostyl etwas weniger stark gekrümmt als bei der anderen Varietät. Daher der Kiemendarm im hinteren Abschnitt weniger auffallend verschmälert.

Rückenzapfen bereits 8 vorhanden, doch ungleich gross und in verschiedenen Abständen stehend.

Kloakenmuskel verschieden lang, doch meist kürzer als bei der folgenden Varietät.

Hoden in bruchsackartiger Ausstülpung der primären Leibeshöhle gelegen mit ungefähr 12 Hodenlappen; reift früher als das Ei.

b. *Pyrosoma atlanticum* var. *tuberculosum.*

Tafel III, Fig. 1—7.

Aeussere Manteloberfläche mit kurzen, dornenähnlichen Fortsätzen versehen, die dorsal von der Mundöffnung sitzen und nach dem Rücken gerichtete Spitzen tragen.

Länge der grössten Einzelthiere: $5^1/_2$ mm (in 5—6 cm langen Stöcken).

Schlundrohr konisch und etwas länger als bei der vorhergehenden Varietät, doch niemals so lang als bereits in kleineren (nur etwa $4^1/_2$ cm langen) Stöcken von *Pyrosoma giganteum.*

Endostyl stark gekrümmt.

Kiemendarm im hinteren Abschnitt beträchtlich verschmälert.

Rückenzapfen meist 8 an der Zahl, in Stellung und Grösse noch ungleichmässiger als bei der vorhergehenden Varietät.

Kloakenmuskel stets ansehnlich lang.

Hoden wie bei Varietät *levatum.*

Durch die oberflächlichen Mantelfortsätze nähert sich diese Varietät auf der einen Seite *Pyrosoma giganteum,* während sie andererseits durch Zwischenformen der ersten Varietät ver-

bunden erscheint. Von *Pyrosoma giganteum* lagen mir eine Anzahl kleiner, 4—5 cm langer Stöcke, die aus dem Mittelmeer stammten, zur Vergleichung vor; sie erwiesen sich schon bei oberflächlicher Betrachtung verschieden durch die lang emporragenden vorderen Körperenden der älteren Ascidiozooide und die schlanken, lanzettförmigen Mantelfortsätze an den Ingestionsöffnungen.

In jüngeren und kleineren Stöcken treten diese Verschiedenheiten mehr zurück, und bei der Mehrzahl der 2—3 cm langen Kolonien konnte ich die beiden Varietäten nicht mehr nachweisen. Auf den allerersten Stadien der Stockbildung, unmittelbar nach der Geburt der kleinen Viererkolonie, war ich überhaupt nicht im Stande, die Species sicher zu bestimmen. Wenn dann das Stöckchen auf 8 und 9 mm Länge herangewachsen ist, besteht es bei *Pyrosoma atlanticum* bereits aus mehreren Dutzend Einzelthierchen, die dem in Fig. 9, Tafel III gezeichneten vollkommen ähnlich sind und ganz unregelmässig angeordnet erscheinen. Eine Verwechselung mit einer anderen Species lässt sich nunmehr vermeiden.

Pyrosoma atlanticum bildet die Hauptmasse unter dem gesammelten Material. Die ungeheuren Schwärme, die die Expedition am 7. und 8. September (J. N. [1]) 184 und 186) passirte, waren fast ausschliesslich von kleinen Kolonien dieser Art gebildet. Im etwas weniger dichten Schwarm vom 17. September (J. N. 216, 217; Pl. 91 und 94) war *Pyrosoma atlanticum* ebenfalls in der grossen Ueberzahl vorhanden, während es in dem am 5. September (J. N. 173) durchkreuzten viel weniger zahlreich aufgetreten war und gegenüber *Pyrosoma ahernosum* zurückstand.

(2. Pyrosoma elegans Lesueur).

Lesueur **13**, p. 283; Tafel V, Fig. 2. 1813.

Die Beschreibung und Abbildung, die Lesueur von *Pyrosoma elegans* giebt, ist durchaus ungenügend. Das erklärt sich daraus, dass die Darstellung aus einer Zeit stammt, in welcher der ganze Pyrosomenstock noch als ein einziges Individuum betrachtet und nach Lamarck's Vorgang zu den Strahlthieren gestellt wurde. Nur so viel lässt sich entnehmen, dass an der Spitze des etwa 35 mm langen Stöckchens 4 grössere Einzelthiere standen, während die übrigen in 5 regelmässigen Etagen (in der Abbildung sind 6 gezeichnet) angeordnet waren. Zwischen den 4 grössten Thieren soll eine kleine Oeffnung vorhanden sein, die *Pyrosoma atlanticum* fehlt. Ein Diaphragma soll nicht zur Ausbildung gelangen, worauf Savigny einiges Gewicht zu legen scheint. Das *Pyrosoma* wurde in der Bucht von Villafranca beobachtet.

In seiner späteren Arbeit (**14**, p. 414) kommt Lesueur noch einmal auf das *Pyrosoma elegans* zurück und erwähnt, dass es 2—$2^1/_2$ Zoll (also über 6 cm) Länge erreichen könne, doch hat seither niemand mehr in Pyrosomenstöcken dieser Grösse eine regelmässige Anordnung der Einzelthiere in übereinander liegende Etagen wahrgenommen, sodass Lesueur's Angabe wenig vertrauenswürdig erscheint.

---

[1]) J. N. bedeuten die fortlaufenden Journal-Nummern, Pl. die besonders gezählten quantitativen Fänge mit dem Planktonnetz. Das Nähere wird sich im dritten Theile dieser Untersuchung ergeben.

Endlich erwähnen Keferstein und Ehlers als eine besondere Eigenthümlichkeit des von ihnen bei Messina wiedergefundenen *Pyrosoma elegans,* dass die Einzelthiere derart im Stock orientirt seien, dass die Dorsalseiten nach dem geschlossenen Ende zu gerichtet erschienen. Auch diese Angabe konnte bisher von keiner Seite bestätigt werden, und sie scheint mir, wie ich eingangs schon angedeutet habe, auf einem Irrthum zu beruhen. Dieser möchte vielleicht dadurch veranlasst sein, dass nur ein abgebrochener Basaltheil eines Stockes zur Beobachtung vorlag, sodass die Bruchstelle für die offene Basis der Kolonie, das wahrscheinlich geschlossene Diaphragma für die Spitze angesehen werden konnten. Möglicherweise haben die beiden Forscher aber auch ähnliche junge Kolonien gesehen, wie ich sie in Fig. 8, Tafel IV für *Pyrosoma aherniosum* gezeichnet habe. Bei diesen ist die Basis noch schmäler als die »Spitze«, und daraufhin sind vielleicht beide Enden verwechselt worden.

Diese Angaben von Savigny, Keferstein und Ehlers und namentlich Lesueur's erste Beschreibung, auf welche doch zurückgegangen werden muss, reichen zu einer Bestimmung der Art nicht aus. Die jungen Kolonien sowohl von *Pyrosoma giganteum* als auch *Pyrosoma aherniosum* (Fig. 6—8, Tafel IV) zeigen anfänglich die regelmässige Lagerung der Einzelthiere in Etagen, und an der Spitze stehen die 4 ältesten Ascidiozooide. Wenn sie aber die Grösse erreicht haben, die Lesueur für sein *Pyrosoma elegans* angiebt, fand ich stets die Regelmässigkeit gestört. Nun ist es freilich möglich, dass manche Stöcke dieselbe längere Zeit bewahren, obwohl die weiten Entfernungen, welche in Lesueur's Zeichnung zwischen den übereinander liegenden Etagen zu sehen sind, die Ansicht nahe legen, dass diese Abbildung nicht sehr naturgetreu sein möchte.

Es müsste also entschieden werden, ob Lesueur's *Pyrosoma elegans* ein junges *P. giganteum* oder *aherniosum* ist, und wenn sich dies erkennen lässt, muss natürlich eine der letzteren Bezeichnungen der älteren weichen. Ich glaube aber, dass eine sichere Entscheidung nicht recht möglich ist. Meistens sind zwar junge *Pyrosoma giganteum* einfach als *P. elegans* bezeichnet worden, andererseits aber bildet Herdman (**5**, Fig. 8, Tafel II) eine kleine Kolonie ab, die er für *P. elegans* hält, die aber wahrscheinlich mein *Pyrosoma aherniosum* ist. Jedenfalls ersieht man daraus, dass in der Bestimmung jener Art eine vollständige Unsicherheit besteht, die einzig auf die ungenügende Diagnose des ersten Beschreibers zurückzuführen ist.

Möglicherweise bildet aber auch das von Lesueur beschriebene *Pyrosoma* eine besondere und eigene Species. Es möchte dafür der Umstand sprechen, dass Vogt (**34**, p. 62), der Lesueur's Beschreibung nicht gekannt zu haben scheint, ebenfalls in der Bucht von Villafranca im Januar 1847 in ungeheuren Mengen ein *Pyrosoma* auffand, das er für eine neue Art hält: »Es giebt aber auch eine kleinere Art, bei welcher die Zapfen nur einen Zoll Länge erreichen, und die Thiere vierzeilig übereinander stehen, sodass der Zapfen vier Kanten und vier tiefe Rinnen zeigt.... Die Organisation dieser vierzeiligen Art scheint mir viel Abweichendes zu besitzen«.

Diese Darstellung ist allerdings nur sehr ungenau und bezüglich der strengen vierzeiligen Längsanordnung der Einzelthiere sicher unrichtig, aber ganz unwahrscheinlich ist es doch nicht, dass Vogt dieselben Formen untersucht hat, wie früher Lesueur. Zur sicheren Bestimmung

der Art trägt Vogt's Mittheilung nicht bei. *Pyrosoma elegans* Lesueur bleibt unbestimmbar, und ich möchte daher vorschlagen, diese Bezeichnung gänzlich auszuscheiden.

3. Pyrosoma giganteum Lesueur.

Lesueur **14**, p. 70; Tafel I, Fig. 1—3, 5—15. 1815.
Savigny **26**, p. 51; Tafel IV, Fig. 7; Tafel XXII und XXIII. 1816.
Panceri **19**, Tafel I, Fig. 1—3. 1873.
Tafel I und II; Tafel IV, Fig. 3 und 4.

Auf der Plankton-Expedition wurden nur wenige und ausschliesslich kleine Stöckchen von *Pyrosoma giganteum* gefangen. Die Abbildungen erwachsener und geschlechtsreifer Ascidiozooide, die ich auf Tafel I gegeben habe, beziehen sich auf das Material, das ich im Jahre 1886 in Villafranca gesammelt hatte.

Länge des Stockes bis 35 cm.

Breite des Stockes bis über 5 cm.

Länge der grössten Einzelthiere 16—18 mm.

Mantelfortsätze an den Dorsalseiten der Ingestionsöffnungen stets lang, in der Gestalt variabel, meist lanzettförmig.

Schlundrohr in alten Thieren ausserordentlich lang und kaminförmig, erreicht die Länge des ganzen übrigen Körperabschnitts.

Cirkumoralfeld ventralwärts geneigt.

Zahl der Kiemenspalten variabel; 40 und mehr in alten Ascidiozooiden.

Längsfalten des Kiemendarmes meist nur 16, doch auch 18 bis 20 an der Zahl.

Endostyl stark gekrümmt, hinterer Kiemendarmabschnitt beträchtlich verschmälert.

Hoden in einer bruchsackartigen Ausstülpung der primären Leibeshöhle liegend, besteht aus ungefähr 12 Läppchen und reift (stets?) vor dem Ei.

Entwicklung der Eizelle zur jungen Kolonie erfolgt auf den letzten Stadien in der Kloakenhöhle.

Die kleineren Stöcke von 4 bis 6 cm Länge sind ebenfalls bereits an den lanzettförmigen Mantelfortsätzen und dem verhältnissmässig langen Schlundrohr der Einzelthiere leicht zu erkennen, dagegen kann ich für die ganz kleinen, eben geborenen Kolonien kein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal von anderen Species angeben.

Wenn das Stöckchen auf 8—9 mm Länge herangewachsen ist, erscheinen die Einzelthiere in drei übereinander liegenden Etagen angeordnet. An der Spitze liegen die vier ältesten und grössten Ascidiozooide (Fig. 3, Tafel IV), deren Hauptaxen über 2·5 mm erreichen, an der Basis, dem Diaphragma nahe, die jüngsten und kleinsten [1]). Im ganzen sind erst ungefähr 20 Ascidiozooide vorhanden. Die Oberfläche des gemeinsamen Cellulosemantels ist noch glatt, ohne merkliche Mantelfortsätze, und die Schlundtheile der Einzelthiere treten noch nicht äusserlich hervor. Die gleich grossen Stöckchen von *Pyrosoma atlanticum* unterscheiden sich durch zahl-

[1]) Joliet (**8**) ist also, wie ich bereits früher (**30**) nachgewiesen habe, im Irrthum, wenn er die vier ersten Ascidiozooide allmählich an das offene Basalende des Stockes rücken lässt und die vier Thiere an der Spitze für jüngere Knospen hält.

reichere und kleinere (vergl. Fig. 9, Tafel III) Einzelthiere, die überdies schon ganz unregelmässig vertheilt sind. *Pyrosoma aherniosum* ist, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, auf diesem Stadium ebenfalls bereits vollständig verschieden, sodass es mit keiner anderen Art verwechselt werden kann.

Die Kolonien mittlerer Grösse zwischen diesen 8—9 mm langen und jenen 4—6 cm messenden Stöckchen kenne ich nur ganz unvollständig und unsicher. Am 18. August (J. N. 102) wurde mit dem Vertikalnetz ein junges, 16 mm langes *Pyrosoma* gefangen, das ich für ein noch unentwickeltes *Pyrosoma giganteum* halte, ohne allerdings vollständige Sicherheit darüber gewonnen zu haben. Zwei ganz gleiche Pyrosomen wurden, was beiläufig erwähnt sei, von Chun 1887 an der Meeresoberfläche bei Orotava gefischt.

Das Stöckchen bestand, ungerechnet die ganz jungen Knospenanlagen, aus ungefähr 50 Ascidiozooiden, die in ziemlich regelmässiger Weise in 5 Etagen angeordnet waren. An der Spitze standen die vier ältesten, aber nicht mehr längsten Ascidiozooide, denn einzelne der zweiten Etage waren bis auf 5 mm herangewachsen und überragten die ersteren um ungefähr $^1/_2$ mm. Die äussere Oberfläche war nicht ganz glatt, sondern erhob sich, den einzelnen Etagen entsprechend, in reifenförmigen Bogen. Zudem begannen sich an den entwickeltsten Thieren die Mantelfortsätze an der Dorsalseite des Mundes zu erheben. Die Geschlechtsorgane waren ausnahmslos noch vollständig unentwickelt, die Anlagen der Zwitterapparate eben erst in die beiden Theile zerfallen.

Von gleich grossen Stöckchen von *Pyrosoma atlanticum* und *aherniosum* unterschied sich diese Form auffallend durch die Anordnung und Gestalt der Ascidiozooide, durch die niedere Entwicklungsstufe der Geschlechtsorgane, sodass ich sie als *Pyrosoma giganteum* deute. Dafür sprechen auch die Form des Schlundrohres und das nach der Ventralseite geneigte Cirkumoralfeld, Eigenthümlichkeiten, die in der gleichen Weise nur bei jüngeren Thieren alter *Pyrosoma giganteum*-Stöcke wiederkehren, obwohl dann die Geschlechtsorgane bereits viel entwickelter sind und der Kloakenraum viel umfangreicher erscheint.

4. Pyrosoma spinosum Herdman.

Moseley **18**, p. 574. 1879.
Synonym: *Pyrosoma excelsior* Perrier **23**, p. 229. 1886.
Herdman **5**, p. 29; Tafel II, Fig. 9—15. 1888.

Länge des Stockes bis 2 m.

Breite des Stockes bis 25 cm.

Länge der Einzelthiere 1—1·2 cm.

Mantelfortsätze an den Ventralseiten der Mundöffnungen dornförmig, dorsalwärts gebogen und daher den Mund überdeckend.

Zahl der Kiemenspalten ungefähr 50.

Längsfalten der Kiemendarmwand ungefähr 30 vorhanden.

Rückenzapfen lang und in der Zehnzahl.

Hoden aus ungefähr 20 Läppchen zusammengesetzt.

Das *Pyrosoma spinosum* ist bisher nur in drei Exemplaren bekannt geworden. Ein 2 m langer Stock wurde auf der Reise des TALISMAN, zwei andere, deren einer 4′ 2″ (= 1·27 m) lang war, auf der CHALLENGER-Expedition erbeutet. Die CHALLENGER-Exemplare fanden sich in Netzzügen, die aus 1900 und 2200 Faden emporgezogen worden waren, und man pflegt daher dieses *Pyrosoma* als eine Tiefseeform anzusehen. Nur Bruchstücke dieser riesigen Formen wurden konservirt und von Herdman untersucht.

Auf der Plankton-Expedition wurde diese Art nicht wiedergefunden.

5. Pyrosoma minimum nov. spec.

Tafel IV, Fig. 1 und 2.

Länge des Stockes 13·5 mm.

Breite des Stockes 5—5·25 mm.

Diaphragma ca. 2 mm Durchmesser, von ungefähr 150 Mantelgefässen durchsetzt, Oeffnung ganz unregelmässig kontrahirt. Alle Ascidiozooide am basalen Ende senden nur je ein Gefäss aus.

Länge der Einzelthiere 1·2—1·4 mm.

Mantelfortsätze fehlen, äussere Oberfläche glatt.

Schlundrohr länger und spitzer ausgezogen als in gleich grossen Stöcken von *Pyrosoma atlanticum*.

Ventraltentakel der Mundöffnung lang.

Zahl der Kiemenspalten 18—20.

Zahl der Längsfalten ungefähr 12.

Verdauungstraktus verhältnissmässig umfangreich entwickelt.

Kloakenraum verhältnissmässig grösser als bei gleich alten *Pyrosoma atlanticum*.

Kloakenmuskel sehr lang.

Geschlechtsorgane noch unentwickelt, denen in gleich grossen Stöckchen von *Pyrosoma atlanticum* ganz ähnlich.

Fang vom 8. September mit dem Planktonnetz (Pl. 78) von 0—200 m Tiefe. 1·5° S. Br., 14·8° W. L., Südäquatorialstrom. Oberflächen-Temperatur: 23·3°. Nur ein Exemplar vorhanden.

Schon bei der ersten Durchmusterung des Materials mit blossem Auge fiel mir dieses Stöckchen durch seine dicht gedrängten, überaus zahlreichen und winzig kleinen Ascidiozooide auf, und die genauere Untersuchung hat dann noch eine Reihe weiterer Eigenthümlichkeiten erwiesen.

Ich bekenne aber gern, dass es etwas gewagt ist, auf Grund der eben gegebenen Diagnose eine neue Species einzuführen, namentlich deshalb, weil die Ascidiozooide noch nicht geschlechtsreif und offenbar noch nicht ausgewachsen waren. Es könnten also die Verschiedenheiten weiterhin sich noch ausgleichen und lediglich als etwas abnormal geartete Entwicklungsstadien von *Pyrosoma atlanticum* betrachtet werden. Leider war der Erhaltungszustand gerade dieses Thieres ein nur wenig günstiger, sodass ich von einer eingehenden histologischen Prüfung, die übrigens auch kaum ein bemerkenswerthes Ergebniss hätte haben können, absah.

Bemerkenswerth scheint mir, dass ausser diesem Stöckchen kein anderes *Pyrosoma* mit dem gleichen Netzzuge (Pl. 78) gefangen war, während der gleich darauf an demselben Ort ausgeführte Zug des Vertikalnetzes (J. N. 186) nicht weniger als 228 z. Th. verschiedene, bis 4 cm lange Kolonien von *Pyrosoma atlanticum* enthielt. Da das Vertikalnetz von 400 m, das Planktonnetz nur von 200 m Tiefe an emporgezogen wurden, muss der *Pyrosoma atlanticum*-Schwarm tiefer geschwebt haben, als das *Pyrosoma minimum*.

6. Pyrosoma aherniosum nov. spec.

Tafel IV, Fig. 6—11; Tafel V und VI.

Synonym: *Pyrosoma elegans?* Herdman **5**, Tafel II, Fig. 8. 1888. [?]

Form des Stockes variabel, cylinderförmig oder konisch mit breiter Basis und scharfer Spitze.

Länge des Stockes bis 3 cm.

Breite des Stockes bis zu 14 mm.

Vertheilung der Ascidiozooide nur in jungen, etwa bis 1 cm langen Stöcken in 3 regelmässigen Etagen, später unregelmässig, nur an der Spitze stets die 4 (oder 3) ältesten Einzelthiere.

Mantelfortsätze in jungen Stöcken stets vorhanden, zur Erhöhung der Schwebefähigkeit beitragend, solange die Eigenbewegung fehlt oder nur ganz unbeträchtlich ist. In alten Thieren um die Mundöffnung ein kraterartiger Wall des Cellulosemantels.

Länge der Einzelthiere bis 5 mm.

Schlundrohr bildet einen langen und breiten Kamin, der jedoch nie die Länge des übrigen Körperabschnittes erreicht und daher viel weniger schlank erscheint als bei *Pyrosoma giganteum*.

Mundöffnung am Grunde des Manteltrichters in der Mitte des horizontal gestellten Cirkumoralfeldes.

Kiemendarm auch im hinteren Abschnitte ansehnlich breit, in seitlicher Ansicht fast vierkantig erscheinend.

Endostyl daher nur schwach gekrümmt, fast gerade gestreckt.

Kiemenspalten breit, ungefähr 24 an der Zahl.

Längsfalten ungefähr 14 vorhanden.

Kloake verhältnissmässig wenig umfangreich.

Kloakenmuskel ziemlich lang.

Hoden umgiebt den ventralen Theil des Verdauungstraktus und liegt nicht in einer hernienartigen Ausstülpung der primären Leibeshöhle. Zahl der Hodenläppchen ungefähr ein Dutzend, manchmal auch weniger. Die Produktion reifer Spermatozoen beginnt fast stets schon in jungen, noch nicht ganz erwachsenen Ascidiozooiden und währt das ganze Leben hindurch.

Eizelle reift manchmal vor, manchmal erst nach dem Hoden, stets in noch jungen Ascidiozooiden, die noch nicht die völlige Grösse erreicht haben. Die letzten Stadien der Entwicklung vollziehen sich im rechten Peribranchialraum. Nach der Geburt des jungen Stöckchens vollendet erst das Mutter-Ascidiozooid sein Grössenwachsthum.

Pyrosoma aberniosum wurde auf der Plankton-Expedition in zahlreichen Exemplaren an verschiedenen Stellen gefangen. 48 Stöckchen waren entwickelt genug, um mit Sicherheit als dieser Species zugehörend erkannt zu werden; sie wurden auf 9 verschiedenen Orten gefunden. Dazu kommen noch ungefähr 30 kleine Stöckchen, die ich mit vollständiger Sicherheit bisher nicht bestimmen konnte, die aber, wie ich glaube, ebenfalls hierher und nicht zu *Pyrosoma atlanticum* gehören.

Die oben mitgetheilte Diagnose wird, insoweit es sich um Grössenangaben, um Zahlen von Kiemenspalten, Längsfalten u. s. w. handelt, später sicher noch Korrekturen erfahren müssen, denn ich glaube nicht, dass das Wachsthum des Stockes bei 3 cm, das der Einzelthiere bei 5 mm abschliesst. Und so wie bei allen Pyrosomen, wird dann wahrscheinlich auch hier noch eine Komplikation im Bau durch Hinzutreten neuer Spalten und Längsfalten, durch Verdickung der Muskulatur und neue Anlagerung von Muskelfaserzellen um das Schlundrohr eintreten.

Stöckchen von 9—10 mm Länge sind mit keiner anderen Art zu verwechseln. Die Ascidiozooide erscheinen in regelmässiger Weise in drei Etagen angeordnet (Fig. 7 und 8, Tafel IV). Die vier ältesten sind weitaus die grössten und reichlich 4·5 mm lang. Bei der Betrachtung der Kolonie vom Scheitel aus bilden sie eine regelmässige Kreuzform. Sie sind fast vollständig entwickelt; die Hoden führen schon reife Spermatozoen, die Eier aber sind noch nicht befruchtungsfähig. Von jedem dieser vier Ascidiozooide gehen zwei Mantelgefässe aus, die an der Innenseite des gemeinsamen Cellulosemantels zwischen den Hinterenden der Ascidiozooide der zweiten und dritten Etage hindurchziehen, dann rechtwinklig umbiegen und sich bis zur centralen Oeffnung des Diaphragmas erstrecken, wo sie blind endigen. Die Einzelthiere der beiden basalen Etagen des Stockes bilden nur je ein Mantelgefäss. Die acht Ascidiozooide der zweiten Etage sind bedeutend kleiner und unentwickelter, die der dritten sind die kleinsten und jüngsten.

Bei mehreren Stöcken dieses Alters findet man zwischen den drei Etagen jüngere Knospen, die im Begriff sind, sich nach dem Basalende zu vorzuschieben. Die Knospen werden stets an den Ventralseiten der älteren Thiere, also gegen die Stockspitze zu gebildet; auf diesen ersten Stadien bleiben sie aber niemals an ihren Ursprungsstellen liegen, sondern bewegen sich zwischen den Einzelthieren der betreffenden Etage, in welcher sie gebildet wurden, hindurch, um entweder in die folgende Etage einzutreten, oder auch mitten zwischen beiden liegen zu bleiben und die regelmässige Anordnung zu stören. Bei diesen Verschiebungen bleiben die Ventralseiten der wandernden Knospen stets gegen die Stockspitze zu gekehrt. Am leichtesten gelingt es, die basalwärts resp. dorsalwärts gerichtete Bewegung der Knospen der vier ersten Ascidiozooide festzustellen und zwischen diesen letzteren die ursprünglich ventral von ihnen gelegenen jungen Knospenthiere nachzuweisen. Im einzelnen bestehen bezüglich der Stellung der Ascidiozooide ziemliche Verschiedenheiten, wie ja weiterhin die regelmässige Anordnung nicht mehr gewahrt bleibt und einzelne Knospen dann auch ventral vom Mutterthier liegen bleiben können.

Besonders bemerkenswerth scheinen mir die ziemlich zahlreich auftretenden Kolonien zu sein, deren Bildung nicht von 4, sondern nur von 3 Ascidiozooiden ausgegangen ist, die an der Spitze des Stockes liegen bleiben und daselbst sich leicht nachweisen lassen. In Fig. 6, Tafel IV habe ich die Anordnung der Einzelthiere in einem derartigen 1 cm langen Stöckchen schematisch wiedergegeben. Wie in dem in Fig. 7 und 8, Tafel IV gezeichneten Thiere liessen sich 3 deutlich gesonderte Etagen erkennen, die von der »Spitze« nach der Basis zu an Umfang abnahmen. Die drei ältesten und grössten Ascidiozooide (I) bilden miteinander Winkel von 120°. Die 6 mittelgrossen Einzelthiere der zweiten Etage stehen immer 60° voneinander ab und liegen nie genau unter den grossen Ascidiozooiden, sondern unter deren Zwischenräumen. Die 6 kleinsten Thiere der Basaletage sind ebenfalls 60° voneinander entfernt und stehen so, dass drei genau unter den drei Primärascidiozooiden liegen. — Auch grössere Stöcke von 15—20 mm Länge habe ich angetroffen, welche nur drei Primärthiere an der Spitze erkennen liessen.

Ueber die Entstehung dieser 3 und 6zeiligen Kolonien giebt das in Fig. 9 und 10, Tafel IV gezeichnete Präparat Aufschluss. Man sieht ein kleines, 2 mm im Durchmesser messendes Stöckchen, das aus nur 3 Einzelthieren besteht. An einer Stelle findet sich zwischen zwei der letzteren ein grösserer Zwischenraum, und auch der gemeinsame Mantel ist daselbst in unregelmässiger Weise eingefaltet (Fig. 9), sodass man schon bei der Betrachtung von der Ventralseite aus zur Vermuthung gelangt, dass hier ursprünglich ein viertes Ascidiozooid gelegen hätte, später aber rückgebildet worden sei. Bei der Untersuchung von der Basalseite aus (Fig. 10) findet man das bestätigt, denn es sind im jungen Diaphragma vier Paar Mantelgefässe vorhanden, von denen das eine peripher frei endigt, da eben das Ascidiozooid, welchem es angehörte, rückgebildet worden ist. Ueber die Ursachen der Rückbildung habe ich nichts ermitteln können, möchte aber bemerken, dass die verhältnissmässig grosse Zahl der dreikantigen Kolonien kaum gestattet, sie als blosse »Zufälligkeiten« zu betrachten. Meine anfänglich gehegte Ansicht, dass eine besondere Varietät unterschieden werden müsse, habe ich im Verlaufe der eingehenderen Untersuchung fallen lassen.

Wenn für das in Fig. 9 und 10, Tafel IV abgebildete junge Stöckchen die Dreizahl der Ascidiozooide mit grösster Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass es sich um *Pyrosoma aherniosum* handelt, kann ich, in Ermangelung einer vollständigen Reihe Zwischenstadien, die ungefähr dreissig Stück zählenden kleinen Kolonien, die alle der in Fig. 11, Tafel IV abgebildeten mehr oder minder vollständig ähnlich sahen, nur auf Grund der Mantelfortsätze auf die neue Art beziehen. Die Möglichkeit, dass es auch junge *Pyrosoma atlanticum* sein können, will ich nicht unerwähnt lassen.

Was diese jungen Stöckchen besonders auffallend erscheinen lässt, sind die zahlreichen und verhältnissmässig langen, verschieden geformten Mantelfortsätze. Sie erheben sich an allen Seiten, ohne in ihrer Vertheilung eine völlige, bis ins einzelne gehende Uebereinstimmung bei den verschiedenen Kolonien zu bewahren. Von einer eingehenden Beschreibung dieser Mantelfortsätze sehe ich hier ab und verweise nur auf die Abbildung, in welcher ich einen speciellen Fall zur Anschauung zu bringen versucht habe.

Die Bedeutung dieser Gebilde liegt auf der Hand. Es mag sein, dass die zum Theil spitzen und dornenähnlichen Fortsätze in gewissen Fällen als Schutzorgane der kleinen Kolonie von einigem Nutzen sein können, ihr vornehmster Zweck ist aber doch ein ganz anderer. Wie ich oben (p. 10) schon auseinandergesetzt habe, dienen die Mantelfortsätze dazu, die Schwebefähigkeit der jungen, einer selbständigen Bewegung vielleicht noch ganz unfähigen kleinen Kolonien wesentlich zu erhöhen. So sehen wir denn, dass solche Thierchen, trotzdem sie specifisch schwerer sind als das warme Oberflächenwasser, unter günstigen Bedingungen bis an die Oberfläche des Meeres emporgehoben werden können.

C. Chorologie der Pyrosomen.

I. Die horizontale Verbreitung der Pyrosomen im Atlantischen Ocean.

Die Erfahrung der älteren Reisenden, dass die Pyrosomen in der Atlantis vorwiegend die warmen tropischen oder subtropischen Regionen bewohnen, hat durch die zahlreichen Funde der deutschen Plankton-Expedition eine vollständige Bestätigung erfahren. Péron fand *Pyrosoma atlanticum* zwar in ungeheurer Menge, aber doch nur an einer Stelle: zwischen 3° und 4° N. Br. und 19° und 20° W. L. (von Paris) an der Oberfläche des 22° Réaumur warmen Meeres (**21**, p. 445).

Quoy und Gaimard bemerkten einen grossen Schwarm ihres *Pyrosoma rufum* am Kap der guten Hoffnung (**24**, p. 514). Bennett fing *Pyrosoma atlanticum* unter 1° 41′ N. Br., 11° 56′ W. L. (**1**, p. 79) und unter 4° S. Br., 18° W. L. (p. 919), und das von Huxley untersuchte *Pyrosoma giganteum* stammte 400 Seemeilen südlich von den Kap Verden (**7**, p. 201).

Weit zahlreichere Fundstellen giebt der Bericht der Challenger-Fahrt. Herdman (**5**) verzeichnet im ganzen 14 Stellen, an welchen während der mehrjährigen Expedition Pyrosomen angetroffen wurden. Die Gesammtausbeute belief sich auf 26 wohlerhaltene Stöcke resp. Bruchstücke und 6 unbestimmbare Fragmente und Trümmer. Im Atlantischen Ocean wurden an 8 verschiedenen Stellen insgesammt nur 10 [1]) Thiere gefangen, darunter allerdings die beiden riesigen *Pyrosoma spinosum*. Das eine Exemplar wurde unter 38° 23′ N. Br. (37° 21′ W. L.) bei einer Oberflächentemperatur von 21·7°, das andere unter 35° 41′ S. Br. (20° 55′ W. L.) bei 14·4° Oberflächentemperatur gefischt. In noch höheren Breiten, nahe dem antarktischen Ocean, südlich von Australien (47° 25′ S. Br., 130° 22′ E. L.) wurden eine Anzahl *Pyrosoma giganteum* bei einer Temperatur der oberflächlichen Meeresschicht von nur 10·8° beobachtet. Die übrigen Fänge im Atlantischen Ocean stammen sämmtlich aus der tropischen Zone.

Beiläufig finde hier die Bemerkung Platz, dass im Berliner Museum eine Anzahl junger Pyrosomen vorhanden sind, welche von Steenstrup in der Nordsee, also weit über dem 50. Breitegrad, gefischt worden sind.

Auf der Plankton-Expedition enthielten 37 Fänge, die auf 29 verschiedenen Stationen ausgeführt wurden, Pyrosomen. Die Gesammtzahl der gefangenen Stöcke betrug 1025. Eine Uebersicht über die Fundorte sowie über die Zahl und Species der von mir untersuchten Formen giebt die beigefügte Karte. Die folgende Tabelle enthält die genaueren Angaben der Positionen, der Netzzüge und der Temperaturen der Meeresoberfläche.

[1]) Eine ganz zuverlässige Bestimmung der Zahlen wird dadurch erschwert, dass Herdman's Schlusstabellen (p. 105 u. fg.) mit den Verzeichnissen, die bei der Uebersicht der Arten gegeben werden (p. 26—35), nicht vollkommen genau übereinstimmen.

Tabelle über die Pyrosomen-Fänge der Plankton-Expedition.

Fang-nummer	Datum	Position Br.	Position L.	Strom-gebiet	Oberfl.-Tempe-ratur	Netz	Tiefe in Metern nach Ablesung	Tiefe in Metern nach Abtrifft	Zahl der gefang. Stöcke	Species
J. N. 94	Aug. 17 b	31·5	45·6	Sargasso-See.	26·1	V.	0—400	unbestimmb.	2	*P. atlant., gigant.*
J. N. 99	» 18 a	31·7	43·6		25·7	V.	0—400	400	1	*P. atlanticum.*
J. N. 102	» 18 b	31·7	42·7		26·9	V.	0—400	400	1	*P. atlanticum.*
J. N. 118	» 22 a	27·1	33·3	Nord-Aequator.-strom.	24·8	V.	0—400	375	1	Unbestimmbar.
J. N. 120	» 22 b	26·3	32·5		24·2	V.	0—400	390	1	*P. atlanticum.*
J. N. 141	» 30 a	16·1	23·1		25·9	V.	0—500	500	1	*P. aherniosum.*
J. N. 146	Sept. 1 b	12·3	22·3		26·5	V.	0—400	390	1	*P. aherniosum?*
J. N. 158	» 3 b	7·5	21·3		26·3	Tr.	4000	4000	1	Unbest., verfault.
J. N. 164	» 4 b	5·3	19·9		26·4	V.	0—400	365	5	*P. atlant., gigant.*
J. N. 169	» 5 a	3·6	19·1	Guinea-strom.	26·3	P.	0—100	100	1	*P. atlanticum.*
Pl. 71						P.	0—400	400	1	Unbestimmbar.
Pl. 72						P.	0—200	200	1	
J. N. 173	» 5 b	2·9	18·4		26·0	V.	0—400	350	64	*P. atl., aher.*, unb.
J. N. 177	» 6 a	1·7	17·3		26·0	V.	0—500	435	3	*P. aher.*, unbest.
J. N. 178						P.	0—100	90	1	Unbestimmbar.
J. N. 180	» 6 b	1·1	16·4		25·4	V.	0—400	350	5	*P. aherniosum.*
Pl. 75						P.	0—200	180	1	Unbestimmbar.
Pl. 76	» 7 a	0·1 N	15·2		23·4	P.	0—200	sehr starke Abtrifft.	1	Unbestimmbar.
J. N. 184	» 7 b	0·3 S	15·0		23·4	V.	0—500	sehr starke Abtrifft.	523	*P. atl., gig.*, unbest.
J. N. 186	» 8 a	1·5 S	14·8		23·3	V.	0—400	400	228	*P. atlant., gigant.*
Pl. 78						P.	0—200	200	1	*P. minimum.*
J. N. 192	» 9 a	4·1	14.2	Südlicher Aequator.-strom.	23·6	P.	0—109	107	1	Unbestimmbar.
J. N. 194	» 9 b	5·1	14·1		24·4	V.	0—400	390	1	*P. aherniosum.*
J. N. 203	» 13	7·8	17·3		24·5	V.	0—400	370	1	Unbestimmbar.
J. N. 207	» 15 a	6·9	23·4		24·5	V.	0—400	400	1	Unbestimmbar.
J. N. 214	» 16 b	5·3	27·6		25·8	Tr.	ca. 200 horizontal gezogen.		1	*P. aherniosum.*
J. N. 216	» 17 a	4·4	29·2		25·5	V.	0—400	400	89	*P. atl., gig., aher.?*
Pl. 91						P.	0—200	200	2	*P. atlanticum.*
J. N. 217	» 17 b	3·9	30·1		25·9	C.	0	5 : 3′	54	[1])
Pl. 94						P.	0—200	200	5	*P. atlant., gigant.*
Pl. 95	» 18 a	3·8	32·6		26·3	P.	0—105	105	1	Unbestimmbar.
J. N. 225	» 19 b	2·4	36·4		26·5	Tr.	ca. 200 horizontal gezogen.		4	*P. aherniosum.*
J. N. 228	» 20 a	1·8 S	38·1		26·6	V.	0—600	600	1	*P. aherniosum?*
J. N. 252	Okt. 12	9·4 N	41·9	Guineastr.	28·0	V.	0—400	starke Abtr.	2	*P. aherniosum.*
J. N. 255	» 13	12·0°	40·3	N. Aequatorialstrom.	27·2	V.	0—500	»	13	*P. atlant., gigant.*
Pl. 116						P.	0—200	Abtr. gross.	1	*P. atlanticum.*
J. N. 264	» 19	27·8	33·0	Sarg.-See.	24·2	V.	0—400	390	4	*P. atlant.*, unbest.

[1]) Fang vor der Bestimmung eingetrocknet.

J. N. = Journal-Nummern, Pl. = Quantitative Planktonfänge, C. = Cylindernetz, P. = Planktonnetz, Tr. = Trawl, V. = Vertikalnetz.

Die nördlichsten Fundorte liegen im Sargasso-Meer 31·7° N. Br., in sehr warmem Wasser, beträchtlich südlicher also als die Fangstelle von *Pyrosoma spinosum* auf der CHALLENGER-Expedition. Der westlichste Punkt, an welchem Pyrosomen angetroffen wurden, wird durch 45·6° bestimmt und wurde vom NATIONAL am 17. August erreicht. Es scheint auffallend, dass nicht bereits früher, weiter westlich und nördlich Pyrosomen gefangen wurden. Wie aus der Karte zu entnehmen ist, trat das Schiff unter 41·6° N. Br., 56·3° W. L. am 2. August in den warmen Floridastrom ein. In diesem fehlten aber die Pyrosomen gänzlich, wie die zahlreichen vertikalen, bis zu einer Tiefe von 600 m reichenden Züge mit den Schliess-, Plankton- und Vertikalnetzen und die oberflächlichen Cylindernetz- und Kätscherfänge beweisen. Ebenso fehlten Pyrosomen im westlichen Theil des Sargasso-Meeres, sie hätten sonst mit den 47 verschiedenen Netzzügen, die z. Th. Tiefen bis zu 2000 m durchfischten, gefasst werden müssen.

Unter 45·6° W. L. trat der NATIONAL in das Verbreitungsgebiet der Pyrosomen ein, und solange er im warmen Wasser blieb, wurden in mehr oder minder weiten Abständen stets Pyrosomen gefangen.

Gefehlt haben die Pyrosomen in einer breiten Zone nördlich von den Kap Verden zwischen dem 16. und 26.° N. Br. Es mag aber vielleicht dieser Mangel nur ein scheinbarer sein, während in Wirklichkeit diese Formen dort zwar spärlich vorhanden waren, aber zufällig nicht gefangen worden sind.

Die Anzahl der an den betreffenden Orten ausgeführten Netzzüge, welche eigentlich der Erwartung nach hätten Pyrosomen enthalten müssen, ist nämlich verhältnissmässig klein. Man wird dabei in erster Linie die Pyrosomen-leeren Züge mit dem Vertikalnetz zu beachten haben, die aus 400 m Tiefe emporgehoben wurden. Es bedarf weiter keines Beweises, dass das Vertikalnetz mit 1·13 □m Oeffnung[1]) zum Fange der Pyrosomen ausserordentlich viel geeigneter war als das Planktonnetz, das nur $^1/_{10}$ □m Oeffnungsweite besass.

Nicht ohne Interesse sind aber immerhin in dieser Beziehung die folgenden Zahlen: Im Verbreitungsgebiete der Pyrosomen wurden auf der Expedition 73 quantitative Planktonfänge ausgeführt; 9 davon enthielten Pyrosomen. Ausserdem wurde noch 13 mal mit dem Planktonnetz gefischt und dabei 3 mal je eine kleine Kolonie gefangen. Im ganzen fanden sich also unter 86 Zügen mit dem Planktonnetz 12 mal Pyrosomen (17 Stöckchen), 74 Züge waren leer. Mit dem Vertikalnetz wurde auf der gleichen Strecke 54 mal meist bis zu 400 m Tiefe gefischt. 21 Züge enthielten 948 Stöcke, 33 waren leer.

Zwischen dem 16. und 26.° N. Br. wurden nun bei der zweimaligen Durchquerung nur vier und zwei Vertikalnetzzüge ausgeführt, die keine Pyrosomen enthielten. Es ergeben das die folgenden tabellarischen Uebersichten:

[1]) Vergl. über die Konstruktion der Netze Hensen (**41**, p. 68 und 102).

a. Hinfahrt.

J. N.:	120	124	127	132	135	141
Datum:	August 22 b	August 23 a	August 23 b	August 25 a	August 26 a	August 30 a
Position: . . .	26·3° N. Br. 32·5° W. L.	25·1° Br. 31·5° L.	24·6° Br. 31·0° L.	20·7° Br. 28·1° L.	18·9° Br. 26·4° L.	16·1° Br. 23·1° L.
Zahl der gefangenen Pyrosomen:	1	0	0	0	0	1

b. Rückfahrt.

J. N.:	255	260	263	264
Datum:	Oktober 13	Oktober 16	Oktober 18	Oktober 19
Position:	12·0° N. Br., 40·3° W. L.	20·4° Br., 37·8° L.	25·6° Br., 34·9° L.	27·8° Br., 33·0° W. L.
Zahl der gefangenen Thiere:	13	0	0	4

Diese geringe Anzahl leerer Netzzüge scheint mir nicht ausreichend zu sein, um die betreffende Zone des Oceans für durchaus von Pyrosomen unbewohnt zu erklären, obwohl es zweifellos ist, dass sie jedenfalls an diesen Formen ausserordentlich arm gewesen sein muss. Aus den Fängen der Plankton-Expedition lässt sich unschwer der Beweis erbringen, dass an mehreren Stellen das Vertikalnetz Pyrosomen-leer emporgezogen wurde, obwohl durch gleichzeitige andere Netzzüge ein allerdings nur spärliches Vorkommen dieser Thiere festgestellt werden konnte. Ich verweise hier auf folgende Fälle.

I. September 5 a. 3·6° N. Br., 19·1° W. L.

J. N. 169. Zug mit dem Planktonnetz 0—100 m enthielt 1 *Pyrosoma*.
Pl. 71. » » » » 0—400 m » 1 »
Pl. 72. » » » » 0—200 m » 1 »
J. N. 167. » » » Vertikalnetz 0—398 m » 0 »

II. September 7 a. 0·1° N. Br., 15·2° W. L.

Pl. 76. Zug mit dem Planktonnetz 0—200 m enthielt 1 *Pyrosoma*.
J. N. 182. » » » Vertikalnetz 0—400 m » 0 »

III. September 9 a. 4·1° S. Br., 14·2° W. L.

J. N. 192. Zug mit dem Planktonnetz 0—107 m enthielt 1 *Pyrosoma*.
Pl. 80. » » » » 0—190 m » 0 »
J. N. 190. » » » Vertikalnetz 0—380 m » 0 »

IV. September 16 b. 5·3° S. Br., 27·6° W. L.

J. N. 214. Horizontalzug mit dem Trawl ca. 200 m enthielt 1 *Pyrosoma*.
Pl. 90. Zug mit dem Planktonnetz 0—200 m » 0 »
J. N. 213. » » » Vertikalnetz 0—400 m » 0 »

V. September 18a. 3·8° S. Br., 32·6° W. L.

Pl. 95. Zug mit dem Planktonnetz 0—105 m enthielt 1 *Pyrosoma*.
Pl. 96. » » » » 0—200 m » 0 »
J. N. 218. » » » Vertikalnetz 0—400 m » 0 »

Darnach unterliegt es also keinem Zweifel, dass das Fehlen einer bestimmten Thierform in einer geringeren Zahl Zügen des Vertikalnetzes nur auf eine grosse Armuth, nicht aber auf einen vollständigen Mangel in den betreffenden Meerestheilen zu schliessen erlaubt.

Eine zweite Pyrosomen-leere oder doch mindestens sehr arme Region liegt zwischen dem 2.° S. Br. und 9.° N. Br. und zwischen dem 38.° und 48.° W. L. Die beiden Stationen September 20a und Oktober 12, welche dieses Gebiet östlich und nördlich abzugrenzen scheinen, sind mehr als 1000 Kilometer von der Mündung des Amazonenstromes entfernt.

Es fällt diese Region zusammen mit dem Gebiete des warmen Stauwassers, welches der Südäquatorialstrom an der brasilianischen Küste ansammelt. Dadurch wird eine erhebliche Zunahme der Temperaturen in Tiefen von 200—400 m hervorgerufen. In übersichtlichster Weise hat das Krümmel (**40**) auseinandergesetzt, und ich entnehme die folgenden Zahlen seinen Tabellen.

Datum	Position Br.	Position W. L.	Oberflächentemperatur des Meeres	Temperatur in Meter Tiefe (ohne Berücksichtigung der Abtrifft)			Zahl der gefangenen Pyrosomen
Sept. 19	2° 49′ S.	35° 10′	26·4°		12·8° (200 m)	7·4° (500 m)	4
» 20a	1° 47′ »	38° 7′	26·6°			5·1° (600 m)	1
» 20b	1° 24′ »	39° 10′	26·9°		16·6° (200 m)	8·2° (400 m)	0
» 22	0° 5′ N.	44° 11′	27·1°		16·8° (200 m)	11·7° (400 m)	0
Okt. 9	1° 29′ »	46° 34′	26·7°		15·7° (200 m)	11·4° (400 m)	0
» 11	6° 36′ »	43° 24′	28·5°		11·1° (200 m)	8·7° (400 m)	0
» 12	9° 22′ »	42° 3′	28·0°	24·0° (50 m)	11·0° (200 m)	8·6° (400 m)	2

Am 19. und am Morgen des 20. Septembers enthielten die Fänge noch Pyrosomen. Bei Station September 20b tritt bereits die beträchtliche Wärmezunahme in 200 m Tiefe auf, und von nun an fehlen jene Thiere. Erst am 11. Oktober wird die Temperaturvertheilung in den Tiefen wieder normal, und am 12. finden sich dann im Guineastrom wieder Pyrosomen. Doch können diese Temperaturverhältnisse allein kaum direkt das Fehlen bedingen, da im Sargasso-Meer ähnliche Erscheinungen herrschen und gleichwohl die Feuerwalzen vorkommen (vergl. weiter unten Tab. II, p. 75).

Den letzten Pyrosomen begegnete die Expedition am 19. Oktober 27·8° N. Br., 33·0° W. L. (J. N. 264) bei einer oberflächlichen Meerestemperatur von 24·2°. Es folgt eigentlich nur

noch ein einziger Netzzug (J. N. 267, Oktober 20, V. 0—400; 30·8° N. Br., 30·9° W. L., Oberflächentemperatur 23·3°), in dem man erwarten könnte, Pyrosomen anzutreffen, in dem sie aber nicht enthalten waren. Ein folgender Zug des Vertikalnetzes (J. N. 271) stammt bereits aus dem kälteren, nur 18·9° warmen Wasser des Golfstroms. Nordöstlich erstreckt sich also das Verbreitungsgebiet der Pyrosomen im Ocean nach den Fängen der Plankton-Expedition ziemlich genau bis an die Grenze des tropisch warmen Wassers. Nirgend wurden diese Thiere gefangen, wo die Oberflächentemperatur unter 23° betrug.

Dieses letztere Ergebniss stimmt scheinbar mit den Erfahrungen über die Verbreitung der Pyrosomen im Mittelmeer nicht überein. Häufiger beobachtet wurden hier diese Thiere bei Villafranca, Neapel und Messina. An ersterem Orte fand sie Vogt (**34**) sehr häufig im Januar 1847, und ich selbst sah sie an einem Märztage des Jahres 1886 sehr zahlreich an der Oberfläche des bestimmt weniger als 15° C. warmen Wassers. Auch bei Messina (Keferstein und Ehlers) und im Golf von Neapel (Schmidtlein) sind sie häufig gerade während der kältesten Winterzeit an der Oberfläche erschienen. Es wird sich aber im folgenden Abschnitt ergeben, dass auch im Ocean die Pyrosomen, wenngleich unter den Tropen heimisch, doch gewöhnlich in Wasserschichten leben, die 20° nicht erreichen, und nur gelegentlich an die warmen oberflächlichen Regionen emporkommen. —

Bezüglich der geographischen Verbreitung der verschiedenen Arten im Atlantischen Ocean lässt sich das folgende feststellen (vergl. Tafel VII).

Pyrosoma atlanticum und *giganteum* kommen überall im gesammten Verbreitungsgebiete der Pyrosomen vor. Sie sind die häufigsten Formen. Am dichtesten bewohnt fand man auf der Plankton-Expedition die Region unter dem Aequator zwischen dem 10.° und 20.° W. L. Doch wurden von früheren Reisenden grosse Schwärme noch am Kap der guten Hoffnung beobachtet (Quoy und Gaimard) bei offenbar ziemlich niedriger Oberflächentemperatur des Meeres.

Pyrosoma aherniosum wurde auf der Plankton-Expedition mit Sicherheit nur unter den Tropen nachgewiesen. Die wenigen Pyrosomen-Fänge, die weiter nördlich ausgeführt worden sind, enthalten zwar mehrere kleine, unbestimmbare Stöcke, doch ist es zweifelhaft, ob jene Species darunter ist.

Das einzige Exemplar von *Pyrosoma minimum* ist ebenfalls nahe dem Aequator auf Station September 8a, 1·5° S. Br., 14·8° W. L. gefischt worden.

Die beiden Stöcke von *Pyrosoma spinosum,* die auf der Challenger-Expedition aufgefunden wurden, stammen auffallender Weise aus entgegengesetzten Theilen der Atlantis, aus den polaren Grenzregionen des gesammten Pyrosomen-Gebietes, das eine aus einer nördlichen Zone, in welcher die Plankton-Expedition überhaupt keine Pyrosomen mehr antraf, nämlich 38° 23′ N. Br., 37° 21′ W. L., das andere aus dem Süden: 35° 41′ S. Br., 20° 55′ W. L. Das Talisman-Exemplar wurde in der tropischen Zone gefangen.

II. Die vertikale Verbreitung der Pyrosomen.

Die älteren Angaben über das Vorkommen von Pyrosomen beziehen sich sämmtlich auf die Meeresoberfläche. Wenn auch Keferstein und Ehlers bemerken, dass die Thiere im

Hafen von Messina meistens »sehr tief« geschwommen seien, so handelt es sich dabei sicher nur um Tiefen von einigen Metern und nicht um abyssale Regionen. Auf der CHALLENGER-Expedition enthielten mehrfach Netzzüge, die aus sehr beträchtlichen Tiefen emporgehoben worden waren, Pyrosomen. Im besonderen verweise ich hier nochmals auf die beiden bereits oben (p. 63) erwähnten Exemplare des *Pyrosoma spinosum*, das meistens als eine exquisite Tiefseeform betrachtet wird. Die betreffenden Netzzüge begannen allerdings in 2200 und 1900 Faden Tiefe bei einer Wassertemperatur von 2·3° und 1·9°, aber die Thiere können ebenso gut erst unmittelbar an der Oberfläche gefangen worden sein, wo die Wasserwärme 21·7° beziehungsweise 14·4° betrug.

Sicher festgestellt wurde das Vorkommen von Pyrosomen in grossen Meerestiefen erst durch Chun (**4**). Die Anwendung des Schliessnetzes gestattete eine zuverlässigere Angabe über die durchfischten Tiefen und verhinderte es, dass die Thiere der oberflächlicheren Schichten mit emporgezogen wurden und mit den Tiefenfängen sich vermischten. Chun fand kleine Stöckchen, die nur aus vier Ascidiozooiden bestanden, und etwas grössere, bis 1 cm lange Kolonien im Golf von Neapel in Tiefen bis zu 1200 Metern. Er glaubt daher, »dass die Pyrosomen als Larven die Tiefe bevorzugen und dass sie im Laufe des Winters, zu jungen Kolonien herangewachsen, sich an die Oberfläche begeben« (p. 42). Es ist wohl zweifellos, dass, infolge der von Chun geübten Methode des Fischens, die Tiefenangaben über das Vorkommen der verschiedenen abyssalen Formen einer Korrektur bedürfen, weil sie zu gross ausgefallen sind. Im wesentlichen bleibt aber doch das Ergebniss unberührt, dass im Mittelmeer junge Pyrosomen in sehr bedeutenden Tiefen vorkommen. Freilich scheinen sie in grösserer Zahl unter 1000 Meter nicht herabzugehen, denn es sind bisher nur wenige Exemplare in diesen Regionen erbeutet worden. Die Hauptmenge scheint sich etwa 200 Meter tief aufzuhalten, insofern sie nicht an der Oberfläche vorkommt, wie denn auch Lo Bianco (**15**, p. 427) berichtet, dass kleine Pyrosomenstöckchen vom Januar bis Juni ca. 200 Meter unter der Oberfläche schwimmen.

Ueber die vertikale Verbreitung der Pyrosomen im Ocean geben erst die Fänge der Plankton-Expedition einigen Aufschluss. Zu berücksichtigen sind hierbei sowohl die horizontal geführten Züge mit dem Trawl und dem Cylindernetz, als auch die Vertikalzüge mit dem Plankton- und Vertikalnetz. Bei der Unmöglichkeit, mit den bisher gebräuchlichen Netzen in grösseren Tiefen streng horizontal zu fischen, können die Tiefenangaben, die sich auf solche Fänge beziehen, keine zuverlässige Genauigkeit besitzen. Aus den Vertikalzügen lässt sich nur dann ein sicherer Schluss auf die Tiefe des Wohnortes ziehen, wenn an einer Pyrosomen-reichen Stelle zahlreichere Züge aus verschiedenen Tiefen emporgehoben wurden.

Sieht man zunächst von dem Fang September 3 b (J. N. 158), der einer besonderen Erörterung bedarf, ab, so fällt bei der Durchsicht der Tabelle auf p. 69 auf, dass kein einziges *Pyrosoma* aus abyssalen Regionen stammt. Ein Thier (September 20a, J. N. 228) findet sich zwar in einem Netzzuge, der aus 600 m gehoben wurde, aber über die Tiefe seines Aufenthaltsortes lässt sich doch nichts sicheres aussagen. Wenn es auch nicht unmittelbar an der Ober-

fläche geschwommen ist, kann es doch sehr wohl aus ganz geringer Tiefe stammen. Dasselbe gilt für den Fang August 30a (J. N. 141). Alle anderen Pyrosomen sind bestimmt in weniger als 400 m tiefen Meeresschichten gefangen worden. Es sind im Verbreitungsgebiete dieser Thiere auf der Plankton-Expedition nicht weniger als 19 Züge mit dem Schliessnetze zwischen 500 und 2850 m Tiefe ausgeführt worden, und keiner enthielt ein *Pyrosoma*. Das kann kein Zufall sein, sondern es beweist, dass in den grossen oceanischen Tiefen die Pyrosomen fehlen.

Dieser Gegensatz zum oben geschilderten Verhalten der Pyrosomen im Mittelmeer erklärt sich zur Genüge aus den bekannten Verschiedenheiten der Temperaturverhältnisse in den tieferen Wasserschichten beider Meere. Im Mittelmeer herrscht in den grossen Tiefen eine konstante Temperatur von etwas über 13° C., die in verhältnissmässig geringen Tiefen nahezu erreicht wird. Chun (**4**, p. 47) giebt darüber die folgende Tabelle, in welcher die Temperaturen Mittelwerthe aus Beobachtungen darstellen, die vom Juli bis September 1881 vom Washington ausgeführt wurden.

Tiefe in Metern:	50	100	150	200	300	500	1000
Temperatur in ° C.:	18·4°	15·3°	14·1°	14°	13·8°	13·9°	13·5°

Während der Wintermonate wird natürlich die Temperatur der oberflächlichen Wasserschichten infolge der geringeren Durchwärmung durch die Sonne eine wesentlich andere sein.

Im Ocean nimmt die Temperatur nach der Tiefe zu stetig ab, und bei 1400 Metern, wo im Mittelmeer im 13·4° warmen Wasser noch Pyrosomen vorkommen, sinkt das Thermometer auf 4—6°. Wasser von 13·4° wird man in der Atlantis ausserhalb der Sargasso-See und deren allernächsten Umkreis unterhalb 400 m Tiefe kaum antreffen. Die Wärmeabnahme erfolgt aber in den verschiedenen Regionen des Atlantischen Oceans in sehr verschiedener Weise, und selbst innerhalb des Verbreitungsgebietes der Pyrosomen zeigen sich sehr beträchtliche Unterschiede, wie die sorgfältigen Messungen der Plankton-Expedition ergeben haben, die neuerdings von Krümmel (**40**) veröffentlicht worden sind. Ich möchte hier nur auf die folgenden Fälle aufmerksam machen.

I. September 5. 3° 40′ N. Br., 18° 58′ W. L. Guineastrom.

Tiefe in Metern:	0	100	200	400	650	900
Temperatur in ° C.:	26·3°	22·7°	13·9°	9·3°—8·8°	6·0°	4·5°

II. Oktober 20. 30° 52′ N. Br., 30° 56′ W. L. Sargasso-See.

Tiefe in Metern:	0	50	200	400	3450
Temperatur in ° C.:	24·4°	23·5°	17·1°	14·6°	2·6°

Während im Guineastrom die durch die Tropensonne hochgesteigerte Temperatur der Meeresoberfläche von 26·3° in 200 m Tiefe auf ungefähr 14° und in 400 m Tiefe auf 9° fällt (im westlichen Theile des Stromes betrugen auf der Rückfahrt am 12. Oktober unter 9° 22′ N. Br., 42° 3′ W. L. die Temperaturen in denselben Tiefen sogar 28·0°, 11·0°, 8·6°), erweist sich das

Sargasso-Meer gleichmässiger durchwärmt und in 400 Meter noch wärmer als jener Strom in 200 Meter Tiefe. Sind die Pyrosomen in der That auf eine bestimmte Temperatur abgestimmt, sodass sie dem Wasser, das nicht eine gewisse Wärme erreicht, ausweichen, so wird die untere Grenze ihrer vertikalen Verbreitung in den verschiedenen Theilen des Oceans wechseln müssen.

Ausser dem direkten Einfluss der sinkenden Temperatur ist noch als ein zweites Moment die zunehmende Dichte des Wassers in den kalten Tiefenregionen zu berücksichtigen. Das Dichtigkeitsmaximum des Seewassers liegt zwar bestimmt nicht über dem Nullpunkt (**37**, Bd. I, p. 236), man wird aber, ohne ein erhebliches Versehen zu begehen, die mittlere Dichte von etwa 2000 m an bei 2° C. ziemlich konstant mit 1·028 annehmen dürfen. Die geringste auf ausgedehnteren Strecken der Tropen vorkommende Oberflächendichte ist 1·022 (Krümmel **37**, Bd. II, p. 287). Neuerdings werden etwas verschiedene Zahlen angegeben, die aber hier nicht wesentlich in Betracht kommen, da es sich nur um sehr kleine Differenzen handelt. Der Unterschied der Wasserdichten in den oberflächlichen und tiefen Schichten von 0.006 ist immerhin nicht unbedeutend, zumal für solche Thiere, deren specifisches Gewicht dem des Oberflächenwassers nahekommt. Für Pyrosomen kennen wir leider nicht das specifische Gewicht; es muss zwar bedeutender sein als das des oberflächlichen Meerwassers, ob es aber auch noch die grösste Dichte des letzteren in den Tiefen übertrifft, bleibt vorläufig unsicher.

Auf der Plankton-Expedition sind eine Anzahl interessanter Beobachtungen über die Dichtigkeitszunahme des Wassers in den Tiefen gemacht und von Krümmel berechnet worden. Ich möchte eine Tabelle, die sich auf einen Ort des Verbreitungsgebietes der Pyrosomen bezieht, hersetzen, weil sich aus ihr die Verschiedenheiten der Wasserdichten auch in den Tiefen, welche z. Th. noch von den Feuerwalzen bewohnt werden, klar ergeben (**40**, p. 87).

August 20. 30° 13′ N. Br., 37° 57′ W. L.

Temperatur des Meerwassers	Tiefe in Metern	Salzgehalt pro Mille	$S\left(\frac{to}{4^0}\right)$
25·4°	0	36·9	1·02472
17·5°	185	36·35	1·02642
16·2°	370	36·50	1·02700
8·4°	930	36·35	1·02822

Einer Erklärung bedarf in dieser Tabelle nur die letzte Vertikalreihe, welche die »absoluten specifischen Gewichte« der betreffenden Wasserschichten angiebt. Als Einheit ist hierbei reines Wasser von 4° C., also Wasser im dichtesten Zustand, angenommen, während für das Meerwasser die betreffenden örtlichen Temperaturen beibehalten wurden, ohne eine Korrektur auf eine bestimmte Höhe zu erfahren. Ist also das Gewicht der Volumenseinheit des reinen Wassers bei 4° C. = 1, so betrug am 20. August am oben bestimmten Orte das specifische Gewicht des Oberflächenwassers bei 25·4° = 1·02472, das der Tiefe bei 8·4° = 1·02822. Dabei ist der Salzgehalt in den verschiedenen Schichten nur wenig verschieden; nur an der Oberfläche ist er etwas grösser. Durch den Druck der überlagernden Wassersäule sind ausserdem noch die tieferen Meeresschichten verdichtet, was in der vorstehenden Tabelle keine Berücksichtigung erfahren hat. Doch ist, infolge der geringen Komprimirbarkeit des Wassers, diese Verdichtung nur eine so verschwindend kleine, dass sie hier nicht weiter in Rechnung gestellt zu werden braucht.

Die Differenz der Meereswasserdichte an der Oberfläche und in 930 m Tiefe betrug also in dem besonderen Falle 3·50 $^{\Delta}$. Diese Grösse ist nun freilich nur gering, sie könnte aber doch in manchen Fällen hinreichen, um das Hinabsinken gewisser, der Oberfläche nahe lebender Formen über eine bestimmte Grenze hinaus zu verhindern. Ich denke hier wieder an die oben erörterte Thatsache, dass die kleinen Pyrosomenstöckchen im Ocean nicht unter 400 m oder höchstens 500 m angetroffen worden sind. —

Unter den acht Horizontalzügen mit dem Trawl, die im Verbreitungsgebiete der Pyrosomen ausgeführt wurden, enthalten drei diese Thiere.

Im Trawlzug September 3 b (J. N. 158), der aus 4000 m stammt und dem Meeresgrund nahe gewesen sein muss, fand sich eine kleine Kolonie. Dieselbe ist vollständig verzerrt und deformirt, die Länge auf 12 mm zusammengeschrumpft, die Breite in der einen Richtung auf 18 mm ausgedehnt, in der anderen auf ca. 10 mm zusammengepresst, die Basis mit dem Diaphragma in ganz unregelmässiger Weise eingekrempelt. Diese Unregelmässigkeiten können nun freilich sehr wohl durch die enorme Verschiedenheit des Druckes in jener abyssalen Tiefe und an der Oberfläche erklärt werden. Die Einzelthiere aber waren vollständig macerirt und als Pyrosomen kaum noch zu erkennen; nur die Zellen im Cellulosemantel, die allerdings am längsten lebendig bleiben, waren wohl erhalten. Ich glaube daher, dass das Thier bereits todt war, als es gefangen wurde, dass es in oberflächlichen Schichten gelebt hat und erst nach dem Tode in jene Tiefen hinabgesunken ist. Nimmt man an, dass es ursprünglich in ca. 200 m Tiefe geschwommen und später, was wohl kaum zu niedrig gegriffen ist, mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 1 cm in der Sekunde gesunken sei, so hat es den Weg in etwa $4^1/_2$ Tagen zurückgelegt. Während dieser Zeit können sowohl das sinkende Thier selbst als auch der Schwarm, dem es vielleicht an der Oberfläche angehörte, durch die Strömungen an verschiedene und voneinander entferntere geographischen Orte geführt worden sein. Ein Blick auf die Karte zeigt, dass der Fundort dieser Tiefenform am Saume des in den oberflächlicheren Schichten von Pyrosomen am dichtesten bevölkerten Meerestheiles gelegen ist. Es ist aber auch nicht ganz unmöglich, dass das fragliche Thier in jener Tiefe bei einer Temperatur von ungefähr 2° noch gelebt und sich bewegt habe; dann kann es sich aber ebenfalls nur um ein versprengtes Individuum handeln, das aus unbekannten Ursachen in diese Regionen geführt wurde.

Im Südäquatorialstrom wurden zweimal Pyrosomen *(Pyrosoma aherniosum)* am 16. und 19. September (vergl. die Tabelle auf p. 69) in ca. 200 m Tiefe gefangen. Es sind das die beiden einzigen Horizontalzüge, welche in dieser Tiefenregion ausgeführt worden sind, die fünf anderen, aus höheren oder tieferen Schichten stammenden brachten keine Pyrosomen empor. Nach den Beobachtungen der Plankton-Expedition (Krümmel **40**) betrugen an diesen Fangstellen die Meerestemperaturen in 200 m 12·0° bezw. 12·8°, eine Wärme, die hinter der der tiefsten Mittelmeerschichten noch zurückbleibt und der nahe kommt, in welcher auf der Challenger-Expedition an der Grenze des antarktischen Oceans noch Pyrosomen wahrgenommen wurden (vergl. oben p. 68).

Unter sämmtlichen Horizontalfängen an der Oberfläche enthielt nur ein einziger Pyrosomen. 43 Kätscher-, 3 Horizontal- und 10 Cylindernetzzüge waren leer, ein Beweis

dafür, dass diese Thiere die Oberfläche nur selten aufsuchen [1]) und die tieferen Schichten von ca. 200 m vorziehen. Der betreffende Zug war mit dem Cylindernetz auf Station September 17 b (J. N. 217) ausgeführt und enthielt 54 kleine Stöckchen, die meist nur aus den vier ersten Ascidiozooiden bestanden. Die Oberflächentemperatur des Wassers betrug 25·9°, war also um 13—14° wärmer als bei den beiden oben erwähnten Fängen in 200 m Tiefe. Damit ist bereits festgestellt, dass die Pyrosomen ziemlich weite Temperaturdifferenzen vertragen.

Die Vergleichung der vertikalen Netzzüge ergiebt zunächst, dass — wie nach dem bisher Mitgetheilten zu erwarten ist — zwischen 0 und 200 m häufig Pyrosomen angetroffen wurden. Die drei Fänge mit dem Planktonnetz auf Station September 5 a, die beiden Züge mit dem Vertikal- und Planktonnetz auf Station September 6 a (vergl. Tabelle p. 69) und andere mehr erlauben auf einen Aufenthaltsort der Thiere oberhalb 100 m zu schliessen. In ungefähr 200 m Tiefe und noch etwas darunter müsste der Schwarm auf Station September 17 a geschwommen sein, wie sich aus den folgenden 4 Fängen ergiebt, die an diesem Orte ausgeführt worden sind.

J. N. 216.	Fang	mit	dem	Vertikalnetz	0—400 m	enthielt	89	Pyrosomen.
Pl. 91.	»	»	»	Planktonnetz	0—200 m	»	2	»
Pl. 92.	»	»	»	»	0—100 m	»	0	»
Pl. 93.	»	»	»	»	0—40 m	»	0	»

Bei 200 m scheint das Planktonnetz noch gerade die obersten Thiere der Wolke gefasst zu haben; wäre es mitten durch diese hindurch gegangen, so hätte es, im Hinblick auf den reichen Inhalt des Vertikalnetzes, mehr fangen müssen als nur 2 Thiere. Die Netze aus 100 m und 40 m waren leer. Eine Angabe über die Meerestemperatur in diesen Tiefen habe ich für diesen Ort nicht finden können; doch muss in 200 m die Wassertemperatur zwischen 12 und 13° betragen haben.

Aus den vier angeführten Fängen kann meines Erachtens nach nicht anders geschlossen werden, als es hier geschehen ist. Und doch scheinen in Wirklichkeit die Verhältnisse anders gelegen zu haben. Brandt (**3**, p. 22) berichtet nämlich »am 17. bemerkten wir ausserdem vom Morgen bis zum Abend viele kleine Pyrosomen an der Oberfläche«. Von diesen oberflächlich schwimmenden Thieren ist auffallenderweise keines durch Pl. 92 und 93 gefangen worden, und es beweist das nur, dass bei scheinbar zahlreichem Auftreten einer Form an der Oberfläche, doch die Vertheilung nicht dicht genug zu sein braucht, um durch die Vertikalzüge des kleinen Planktonnetzes festgestellt werden zu können. Meine Deutung der Tiefe der beiden ersten Fänge wird aber durch Brandt's Mittheilung immerhin etwas unsicher, zumal am Nachmittage des 17. Septembers der oben erwähnte oberflächliche Zug mit dem Cylindernetz (J. N. 217) in der That eine grössere Zahl kleiner Stöckchen gefangen hat.

Aehnlich liegen die Verhältnisse für den dichten Schwarm von Station September 8 a:

J. N. 186.	Fang	mit	dem	Vertikalnetz	0—400 m	enthielt	228	Pyrosomen.
Pl. 78.	»	»	»	Planktonnetz	0—200 m	»	1	*Pyrosoma*.
J. N. 187.	»	»	»	»	0—100 m	»	0	»

[1]) Vergl. übrigens weiter unten p. 81 die Angaben Studer's über die täglichen Wanderungen der Pyrosomen

Hier ist es offenbar, dass der Hauptschwarm unter 200 m geschwommen sein muss und dass nur die höchsten Thiere sich in jener Schicht befanden, um vom tieferen der beiden Planktonnetze gefangen werden zu können. Die Wassertemperaturen sind für diesen Ort in 0, 100, 200 und 400 m mit 23·3°, 16·4°, 12·8° und 9·6° angegeben.

Zwischen 190 und 350 m Tiefe muss der Pyrosomenschwarm auf Station September 5 b sich aufgehalten haben, wie die folgenden gleichzeitig ausgeführten Fänge lehren:

J. N. 173.	Fang	mit	dem	Vertikalnetz	0—350	m	enthielt	64	Pyrosomen.
Pl. 73.	»	»	»	Planktonnetz	0—190	»	»	0	»
J. N. 172.	»	»	»	Kätscher	0	»	»	0	»
J. N. 174.	»	»	»	Horizontalnetz	0	»	»	0	»
J. N. 175.	»	»	»	Schliessnetz	1100—1300	»	»	0	»

Trotz des reichen Inhalts des Vertikalnetzes fing das Planktonnetz von 190 m an nichts, und ebenso sind die Oberflächenzüge leer. Wo zwischen 190 und 350 m der Schwarm sich befand, lässt sich nicht bestimmen, doch bin ich geneigt anzunehmen, dass er nicht weit unter 200 m Tiefe sich bewegt habe. Auffallend ist es, dass am Morgen desselben Tages in nicht zu weiter Entfernung von diesem Orte Pyrosomen in oberflächlichen Schichten oberhalb 100 m angetroffen worden sind. Auf Station September 5 b fanden sich in 190 m, 350 m und 1300 m Tiefe die Wassertemperaturen von 14·3°, 10·4° und 4·3°.

Ueber die Tiefe des reichsten, demselben Riesenschwarm wie J. N. 186 zugehörenden Pyrosomenfanges (J. N. 184, Station September 7 b) lässt sich leider nichts zuverlässiges ermitteln. Das Journal der Expedition ergiebt folgende gleichzeitige Fänge:

J. N. 184.	Fang	mit	dem	Vertikalnetz	0—500	m	enthielt	523	Pyrosomen.
Pl. 77.	»	»	»	Planktonnetz	0—200	»	»	0	»
J. N. 185.	»	»	»	Kätscher	0	»	»	0	»

Sicher lässt sich daraus nur schliessen, dass der Schwarm tiefer schwamm als das Planktonnetz fischte, denn die Tiefenangaben von 200 und 500 m sind nicht zuverlässig. Die gleichzeitigen Thermometermessungen ergaben in 200 und 400 m Temperaturen von 21·5° und 22·3° (Krümmel **40**, p. 57), die unmöglich richtig sein können. Die Abtrifft war so bedeutend, dass, wie Krümmel glaubt, bei 400 m Seillänge noch nicht 100 m Tiefe erreicht waren. Darnach müssten also die Thiere in ziemlich oberflächlichen Schichten gelebt haben. —

Eine Verschiedenheit bezüglich der Tiefe des Wohnortes der verschiedenen Species lässt sich nicht feststellen, und es scheinen alle Arten in ihrer vertikalen Verbreitung sich ganz gleich zu verhalten.

Ebensowenig konnte an dem Planktonmateriale nachgewiesen werden, dass die Stöcke verschiedenen Alters verschiedene Tiefen bewohnen. Zwar habe ich früher bereits erwähnt, dass die kleinsten und jüngsten Kolonien, unmittelbar nachdem sie die Mutterthiere verlassen haben, die Fähigkeit der selbständigen Lokomotion noch nicht zu besitzen scheinen und dass sie, da sie specifisch schwerer sind als das Oberflächenwasser, in tiefere Schichten hinabsinken müssten. Diese erste Periode der rein passiven Bewegung währt aber auf alle Fälle nur sehr kurz und dürfte ein oder höchstens zwei Tage nicht übersteigen. Dann haben sich die ein-

zelnen Ascidiozooide bereits so weit entwickelt, um dem Stöckchen, das sich inzwischen durch Knospung vergrösserte, eine Eigenbewegung zu ertheilen und es von der Wirkung der Schwere etwas unabhängiger zu machen. Im Mittelmeer scheint das Sinken bis in sehr grosse Tiefen erfolgen zu können, im Ocean kann keines der kleinen Stöckchen, das auf der Plankton-Expedition gefangen wurde, unter 400 m oder höchstens 500 m Tiefe vorgekommen sein; höchst wahrscheinlich dürfte keines in Wirklichkeit 300 m tief geschwommen sein [1]). Wie ich im ersten Theil dieser Untersuchung bereits ausgeführt habe, entwickeln gewisse jugendliche Kolonien sehr bald nach ihrer Geburt zahlreiche und verhältnissmässig grosse dorn- und zapfenförmige Fortsätze des äusseren Cellulosemantels (vergl. Fig. 9 und 11, Tafel IV), welche das Niedersinken der Thiere erschweren und dem bewegten Wasser so zahlreiche breitere Angriffsstellen bieten, dass die Stöckchen schon von verhältnissmässig schwachen Strömungen fast ganz passiv treibend mitgeführt werden müssen. So erklärt sich ihr Vorkommen an der Meeresoberfläche, das auf der Plankton-Expedition beobachtet wurde.

Ob das Erscheinen der grösseren Pyrosomenstöcke an der Oberfläche ausschliesslich eine Folge von aktiver Wanderung sei, dürfte wohl zweifelhaft sein, da die Eigenbewegung nur so schwerfällig und langsam sich vollzieht, dass fast stets die Pyrosomen passiv treibend im Meere angetroffen werden, in vollster Abhängigkeit von Wind und Strömungen. Das habe ich mehrere Male in der Bucht von Villafranca erfahren, wo ich an bestimmten Stellen der Oberfläche am östlichen Ufer Pyrosomen und anderes träges Plankton zusammengetrieben auffand. An den Küsten könnten aus mehrfachen Ursachen nach aufwärts gerichtete Strömungen entstehen und Pyrosomen aus tieferen Regionen emporführen, wobei dann vielleicht die eigene Schwimmbewegung unterstützend mitwirkt. —

Aus dem, was ich hier über die vertikale Verbreitung der Pyrosomen mitgetheilt habe, lässt sich entnehmen, dass diese Thiere vorwiegend die Tiefen von ungefähr 200 m bewohnen und vielleicht mit ihrem specifischen Gewicht der Dichte dieser Wasserregion angepasst sind. Von hier aus steigen sie häufig in die höheren Schichten empor und erreichen gelegentlich die Oberfläche, wo sie dann besonders leicht auffallen. Im Mittelmeer findet, wie sich aus den weiter unten mitgetheilten Beobachtungen Schmidtlein's ergiebt, eine regelmässig periodische, durch die Jahreszeiten bedingte Wanderung in vertikaler Richtung kaum statt, und auch im Ocean erscheinen die Pyrosomen, soweit es sich aus den vorliegenden Beobachtungen entnehmen lässt, unabhängig von den Jahreszeiten an der Oberfläche. Wodurch dieses Aufsteigen bedingt wird, konnte ich aus dem Material der Plankton-Expedition nicht ermitteln; es schien mir sogar fraglich, ob es einzig und allein auf eine aktive Wanderung der Thiere zurückzuführen sei.

[1]) Bereits an einem anderen Orte (**30.** p. 2) habe ich betont, dass durchaus nicht immer die jüngeren und kleineren Stöcke in tieferen Schichten sich finden als die älteren. Unter dem von Chun im Mittelmeere gesammelten Material stammen winzige, nur aus vier Ascidiozooiden bestehende Stöckchen aus 200—300 m, ca. 10 mm lange, aus 3 Etagen zusammengesetzte dagegen aus über 1200 m Tiefe. Auf der Plankton-Expedition wurden sogar eine Anzahl jüngster Stöckchen unmittelbar an der Oberfläche gefangen (J. N. 217).

Doch darf ich hier nicht unerwähnt lassen, dass Studer auf der Forschungsreise der Gazelle über die Ursache des oberflächlichen Erscheinens der Pyrosomen eine ganz andere Auffassung gewonnen hat. Seine Mittheilungen beziehen sich auf den südlichen Theil des Indischen Oceans zwischen 34 und 36° S. Br., 81—114° E. L. und lauten: »Die Thiere scheinen ungemein empfindlich gegen Licht zu sein. Sie erschienen erst einige Zeit nach Untergang der Sonne, wenn die letzte Spur der Dämmerung verschwunden war, und verschwanden mit dem ersten Mondstrahl; bei Aufgang des Mondes waren alle verschwunden, obschon ihr Licht auch beim stärksten Mondschein erkennbar gewesen wäre, das ausgesetzte Netz brachte auch keine einzige mehr herauf. Das Sinken und Steigen der Thiere muss sehr rasch vor sich gehen. In den Mondscheinnächten vom 18. April und folgenden erschienen die Thiere erst um 4 Uhr Morgens mit Untergehen des Mondes, um mit Einbruch der Morgendämmerung sogleich wieder zu verschwinden. Mit dem Netze konnte weder am Tage noch während des Mondscheins eines erlangt werden; sobald die Dunkelheit eingetreten war, sah man erst in der Tiefe diffus leuchtende Scheiben, die bald schärfer begrenzt wurden, wenn sie höher stiegen, und nach Kurzem erkannte man nahe der Oberfläche die Cylinderform der *Pyrosoma* wie einen weissglühenden Eisenbolzen« (**38**, p. 295—296).

Die vorstehenden Angaben Studer's lauten so bestimmt, dass an der Zuverlässigkeit der Beobachtung nicht recht gezweifelt werden kann. Wie gross aber diese täglichen vertikalen Wanderungen der Pyrosomen gewesen seien, lässt sich nicht entnehmen. Nach meinem Erachten können die Thiere bei ihrer schwerfälligen Bewegung in nur geringe Tiefen hinabgetaucht sein, wenn sie zwischen Monduntergang und Morgendämmerung bis an die Oberfläche zu wandern vermochten.

Auch auf der Plankton-Expedition scheint häufig nachts durch Pyrosomen verursachtes Leuchten des Meeres beobachtet worden zu sein. In der Nacht vom 7. zum 8. September aber, in welcher das Schiff über einem ungeheuren Pyrosomenschwarm segelte, scheint es nicht bemerkt worden zu sein, wenigstens enthält Krümmel's Reisebericht (**39**) darüber keine Andeutung. Unter der Voraussetzung, dass die noch kleinen Stöcke, aus welchen der Schwarm bestand, Lichterscheinungen hervorzurufen im Stande waren, gelangt man dann zu der Annahme, dass die Thiere nachts überhaupt nicht an der Oberfläche erschienen sind, vielleicht deshalb nicht, weil die Tiefe von 200 m, in welcher sie schwammen, zu bedeutend war, um von ihnen in kürzerer Zeit durchsetzt zu werden. Man wird es also wohl kaum als allgemein gültige Regel betrachten dürfen, dass die Pyrosomen der Tiefe nachts an die Oberfläche wandern.

Besonders auffallend ist es, dass nach Studer's Beobachtungen die Pyrosomen selbst dem Mondschein ausweichen, obgleich sie doch zuweilen auch des Tages an der Meeresoberfläche angetroffen wurden. So von der Plankton-Expedition am 17. September in grosser Zahl bei allerdings bewölktem Himmel. Doch ist die absolute Helligkeit desselben immer noch um ein vielfaches grösser als die der hellsten Vollmondnacht. Leider wurden auf der Plankton-Expedition im Verbreitungsgebiete der Pyrosomen keine regelmässigen nächtlichen Züge ausgeführt, sodass die täglichen Wanderungen dieser Thiere sich nicht feststellen lassen.

Im Ocean gehen die Pyrosomen nicht weit unter 200 m herab, und die kalten abyssalen Tiefen bewohnen sie nicht. In dem bis in die Tiefen durchwärmten Mittelmeer steigen sie

dagegen — und wie es scheint, sind es vorwiegend die jugendlichen Stöcke — bis 1200 und 1400 m hinab, ohne durch den enormen Wasserdruck Schaden zu nehmen.

III. Die zeitliche Verbreitung der Pyrosomen.

Eine bestimmte Gesetzmässigkeit in den Erscheinungszeiten der Pyrosomen lässt sich weder aus den älteren Angaben noch aus den Funden auf der Plankton-Expedition entnehmen. Die ersteren beziehen sich fast ausschliesslich auf das Vorkommen an der Oberfläche. Péron entdeckte die Pyrosomen am 5. December 1802 nach einer längeren Periode windstiller Tage, Bennett fand sie am 6. September und 11. Oktober, Huxley's Exemplar wurde im August gefangen. Auf der Challenger-Expedition vertheilten sich die wenigen Fänge, deren Tiefenherkunft allerdings nicht festzustellen ist, auf 8 Monate, im Atlantischen Ocean allein auf 5.

Auf der Plankton-Expedition wurden vom 17. August bis 19. Oktober an 22 Tagen Pyrosomen erbeutet, weitaus die meisten im September, als man sich im hauptsächlichsten Verbreitungsgebiet dieser Thiere befand. Zweimal durchsegelt, auf der Hin- und Rückfahrt, wurde der Theil des Verbreitungsgebietes der Pyrosomen, der zwischen 26° und 28° N. Br. und 32° und 34° W. L. liegt. In südöstlicher Richtung wurde er am 22. August, in nordöstlicher am 19. Oktober durchkreuzt. An beiden Tagen wurden Pyrosomen gefangen; an ersterem enthielten zwei Vertikalnetzzüge je ein kleines 2 mm und $2^1/_2$ mm grosses Stöckchen, an letzterem wurde nur ein Zug mit dem Vertikalnetz ausgeführt, der vier 2—3 mm lange Kolonien zu Tage förderte. Bezüglich der Pyrosomen hatte also diese Meeresregion ihre Physiognomie im Verlaufe von zwei Monaten nicht verändert.

Es ist selbstverständlich, dass aus dem nur zweimonatlichen Aufenthalt der Plankton-Expedition im Verbreitungsgebiete der Pyrosomen keine sicheren Schlüsse über die zeitliche Vertheilung dieser Thiere sich ergeben können. Aufgefallen ist mir aber, dass unter dem zahlreichen Material an *Pyrosoma atlanticum* und *giganteum* kein einziger grösserer, bereits geschlechtsreifer Stock vorhanden war und nur *Pyrosoma aherniosum* Embryonen besass. Es lag mir die Versuchung nahe, daraus auf eine bestimmte Fortpflanzungszeit jener ersteren Formen zu schliessen, die etwa in den Frühling oder Beginn des Sommers gefallen wäre, sodass, da die alten Mutterthiere bereits abgestorben wären, gerade die sich entwickelnde jugendliche Generation auf der Expedition hätte beobachtet werden müssen. Doch kann ich diese Auffassung als allgemeingültig nicht festhalten, da bei früheren Gelegenheiten um die gleiche Jahreszeit in denselben Regionen der Atlantis grosse geschlechtsreife Stöcke gefunden worden sind. Im besonderen will ich nur an das über 10 cm lange, im August gefischte Exemplar erinnern, in welchem Huxley alle Stadien der Embryonalentwicklung vorfand. Ich möchte demnach lieber glauben, dass die geschlechtliche Fortpflanzung der Pyrosomen im Ocean an keine bestimmte Jahreszeit gebunden ist, sondern das ganze Jahr hindurch währen kann. Bei *Pyrosoma aherniosum* beginnt die Geschlechtsreife bei den ältesten Ascidiozooiden der noch kleinen, aus 3 Etagen bestehenden Stöckchen. Bei *Pyrosoma giganteum* und *atlanticum* — ich habe

bereits im ersten Theil dieser Untersuchung diesen Unterschied hervorgehoben — sind erst in den ältesten Ascidiozooiden grösserer Stöcke die Geschlechtsprodukte zur Reife gelangt, während sie in den jüngeren Einzelthieren und in den Knospenanlagen noch unentwickelt erscheinen. In diesen letzteren reifen sie dann erst später, wenn die ersteren bereits geboren haben. —

Etwas genauer sind die Angaben über die Erscheinungszeiten der Pyrosomen im Mittelmeer, doch beziehen sie sich auch hier fast ausschliesslich auf die Meeresoberfläche der Häfen und Buchten von Messina, Villafranca und Neapel. In Villafranca wurden die Pyrosomen besonders häufig in den Winter- und Frühlingsmonaten beobachtet (Vogt im Januar 1847; Seeliger im März und April 1886). Auch in Messina scheinen sie während des Winters häufig vorzukommen (Keferstein und Ehlers im Januar 1859).

Zahlreicher sind die Mittheilungen über das Vorkommen der Pyrosomen im Golf von Neapel, und am genauesten sind hierfür die Angaben von Schmidtlein (**27** und **28**), dessen Beobachtungen sich auf die Jahre 1875—77 und 1879 erstrecken. Die Häufigkeit des Vorkommens von Pyrosomen (Schmidtlein unterscheidet zwei Species: *Pyrosoma giganteum* und *Pyrosoma elegans*) während der verschiedenen Jahreszeiten lässt sich aus folgender Tabelle entnehmen:

Monate:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1875	.	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.
1876	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	2	.
1877	2	1	2	.	2	6	.	.	.	.	2	5
1879	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	5	6

Es bedeuten: 1 = sehr selten; 2 = selten; 3 = ziemlich selten; 4 = ziemlich häufig; 5 = häufig; 6 = sehr häufig.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich, dass die Pyrosomen zu jeder Jahreszeit und also bei sehr verschiedenen Temperaturen an der Meeresoberfläche bei Neapel erscheinen können. Eigenthümlicherweise fehlen sie nur im Juli gänzlich und sind auch im August und September sehr selten, dann also, wenn die Oberflächentemperatur des Meeres am wärmsten ist. Im tropischen Theil des Atlantischen Oceans wurden sie dagegen an der Oberfläche von der Plankton-Expedition am 17. September bei 25·9°, von Péron sogar bei 27·5° angetroffen. Es können also wohl kaum ausschliesslich die hohen Wassertemperaturen sein, welche im Golf von Neapel während der heissen Monate das Aufsteigen der Pyrosomen verhindern. Vielleicht fehlt es nur an aufsteigenden Strömungen, welche diese Thiere mit sich führen könnten, denn in der Tiefe des Golfes finden sich konstant Pyrosomen. Vom Januar bis Juni fand sie Lo Bianco stets in ca. 200 m, und in den Herbstmonaten vom September an trafen sie Chun und Brandt häufig in den Tiefenzügen an. Die Angaben dieser drei Forscher beziehen sich ausdrücklich auf kleine, jugendliche Kolonien, aus deren stetem Vorkommen in allen Monaten geschlossen werden darf, dass auch im Mittelmeer die Fortpflanzung der Pyrosomen nicht streng an eine bestimmte Jahreszeit gebunden sein kann.

IV. Die Art der Vertheilung der Pyrosomen.

Das schwarmweise Auftreten von Pyrosomen ist von jeher den Reisenden aufgefallen. Péron beobachtete zuerst einen riesigen Schwarm, der meilenweit die Meeresoberfläche bedeckte und nachts das prächtigste Meerleuchten hervorrief. Ein anderer wurde von Quoy und Gaimard am Kap der guten Hoffnung gesehen, und Bennett erzählt, wie in der Nacht vom 11. Oktober 1837 unter 4° S. Br., 18° W. L. ein helles Meerleuchten durch einen Pyrosomenschwarm erzeugt wurde. Auch Meyen hat solche Ansammlungen von Feuerwalzen auf seiner Weltreise in den tropischen Meeren angetroffen.

Im Mittelmeer beobachtete C. Vogt im Januar 1847 Schwärme in der Bucht von Villafranca, denn er berichtet, dass man jene Thiere »zu Tausenden fangen kann« (**34**, p. 63), und im Hafen von Messina trafen Keferstein und Ehlers im Januar 1859 »einige Male« »grosse Schwärme«.

Die zahlreichen Fänge der Plankton-Expedition haben nach einer Richtung hin die älteren Angaben über das Vorkommen von Pyrosomenschwärmen bestätigt und auch erweitert, da letztere nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in 200 m Tiefe festgestellt werden konnten. Nach einer anderen Seite hin haben sie aber dargethan, dass im gesammten grossen Verbreitungsgebiet der Feuerwalzen diese Thiere an den verschiedensten Stellen zu jeder Zeit in ziemlich gleichmässiger, aber spärlicher Vertheilung vorkommen.

Die Anzahl der in den verschiedenen Fängen enthaltenen Pyrosomen (vergl. die Tabelle auf p. 69 und Tafel VII) gestattet durchaus nicht einen unmittelbaren Schluss auf das quantitative Vorkommen dieser Formen. Bei den verschiedenen Netzweiten müssten selbst bei ganz gleichartiger Vertheilung verschiedene Mengen gefangen werden. Noch von zahlreichen anderen Momenten hängt die Grösse der filtrirten Wassermasse ab, wie das in eingehendster Weise durch Hensen (**41**) begründet worden ist. Man wird daher nur die verschiedenen Vertikalzüge mit dem gleichen Netz zusammenstellen dürfen. Am zweckmässigsten ist es, die Fänge mit dem Vertikalnetz zur Vergleichung zu wählen, da diese viel reicher ausgefallen sind als mit dem Planktonnetz. Dieses scheint für den Fang von Pyrosomen etwas zu klein gewesen zu sein. Da die Pyrosomen wohl kaum, in den vom National durchsegelten Theilen des Oceans wenigstens, unter 400 m Tiefe hinabstiegen, wird man auch die Vertikalzüge von 500 und 600 m an ebenso berücksichtigen müssen, wie die weit zahlreicheren, die nur von 400 m Tiefe emporgezogen wurden. Im gesammten Verbreitungsgebiete der Pyrosomen wurden 54 solcher Züge ausgeführt, von denen 21 diese Thiere enthielten, 33 dagegen nicht. Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Anzahl der in den 54 verschiedenen Fängen enthaltenen Stöcke.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0	64	3	5

28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
0	523	228	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	89	0	0	1	0	0	0	0	0	2	13	0	0	4

Unter der langen Reihe kleiner Zahlen und Nullen, welche auf eine spärliche aber gleichmässige Vertheilung der Pyrosomen hindeuten, finden sich nur vier höhere Zahlen, die auf das Vorhandensein dichterer Schwärme bezogen werden müssen.

Zunächst der Zug 25, der 64 Pyrosomen enthielt und von Station September 5 b (J. N. 173) herrührt. Der Schwarm muss, wie ich oben p. 79 auseinandergesetzt habe, tiefer als 190 m geschwommen sein und erwies sich ausserordentlich ungleichmässig zusammengesetzt. Unter den 64 gefangenen Thieren befanden sich 32 bis 20 mm lange *Pyrosoma aherniosum*, 17 *Pyrosoma atlanticum*, die zwischen 3 und 6 cm massen, (14 Stück 3—4 cm, 3 Stück 5—6 cm) und endlich 15 kleine, zum Theil eben ausgeschlüpfte Stöckchen von 1—3 mm Durchmesser, die sich nicht alle bestimmen liessen.

Die beiden Züge 29 und 30 stammen vom 7. und 8. September (J. N. 184 und 186) und haben wohl das nördliche und südliche Ende eines einheitlichen ungeheuren Schwarmes gefasst, von dessen Dichte die grossen Zahlen eine Vorstellung geben. Am 8. September bewegte sich die Hauptmasse bestimmt unter 200 m, während für den nördlichen Theil am 7. September die Tiefe nicht zuverlässig zu ermitteln war (vergl. oben p. 78 und 79). Im allgemeinen erwies sich der Schwarm viel gleichartiger zusammengesetzt als der vorher besprochene und bestand fast ausschliesslich aus *Pyrosoma atlanticum*. Im ersten Fang waren nur einige wenige Stöcke 3—$3^1/_2$ cm lang, die Hauptmasse erreichte nicht einmal 2 cm. Unter den kleinsten Thieren von 6 und weniger mm Länge befanden sich wohl einige *Pyrosoma giganteum* und manche nicht sicher zu bestimmende Stücke. Der zweite Fang bestand aus lauter 2—4 cm langen Kolonien, von denen noch keine Geschlechtsreife erlangt hatte.

Einen dritten Schwarm durchschiffte die Expedition am 17. September. Das Vertikalnetz (J. N. 216) fing 89 Thiere und am Nachmittage desselben Tages das Cylindernetz an der Oberfläche 54. Zwei gleichzeitige Züge mit dem Planktonnetz fassten 2 resp. 5 Stöckchen, zwei andere waren leer. Dass die Tiefe, aus welcher der erste Fang herrührt, unsicher ist, habe ich oben (p. 78) ausgeführt; am Nachmittage aber schwamm der Schwarm der Oberfläche nahe. Es waren durchweg kleine Stöckchen gefangen worden, die 10—12 mm Länge nicht übertrafen. Leider trocknete der eine Fang, der einige junge *Pyrosoma aherniosum* enthielt, ein, bevor ich alle Thiere bestimmt und protokollirt hatte, sodass ich über den Antheil der verschiedenen Arten keine Angaben machen kann. Zudem liess sich bei den jüngsten, aus 1—2 Etagen bestehenden Kolonien nicht immer entscheiden, welche Species vorlag. Offenbar aber herrschte *Pyrosoma atlanticum* vor.

Der Reisebericht (**39**) über die Nächte des 16. und 17. Septembers erzählt von einem eigenthümlichen Leuchten des Meeres im Kielwasser des Schiffes. Obwohl aber tagsüber Pyrosomen an der Oberfläche waren, wurde doch das Leuchten nicht durch diese Thiere, sondern durch Copepoden verursacht. Sollten jene ganz jugendlichen Stöckchen vielleicht noch nicht das Leuchtvermögen besitzen, oder zogen sie sich vielleicht nachts in etwas grössere Tiefe zurück?

Im Vergleich zum ersten Schwarm zeigten sich die beiden folgenden viel gleichartiger zusammengesetzt. In den beiden Fängen des zweiten waren je mehrere hundert Stöcke ca. 15 mm oder ca. 25 mm lang und ganz gleich alt. Es ist wohl anzunehmen, dass sie seit

ihrer Geburt, mehrere Wochen lang, zu einem Schwarm verbunden, umhergetrieben seien. Auch die meisten Thiere des zuletzt beobachteten Schwarmes waren ziemlich gleich alt, wenn auch erheblich jünger als die des vorhergehenden. Im ersten Schwarm vom 5. September lassen sich vier Altersgruppen unterscheiden, die ich oben bereits gekennzeichnet habe. Die gleich alten und gleich grossen Thiere jeder Gruppe werden auch in diesem Fall wahrscheinlich von allem Anfange an Scharen gebildet haben, die bei längerem Treiben in kleinere Verbände sich aufgelöst haben. Verschiedene dieser letzteren scheinen hier wieder zu einem grossen Schwarm zusammengeführt worden zu sein, dessen Bestand, in dieser bestimmten Zusammensetzung wenigstens, nur von vorübergehender Dauer gewesen sein kann.

Literatur-Verzeichniss.

1. Bennett, On the light emitted by a species of Pyrosoma. Proceedings of the Zool. Societ. of London. Part I, p. 79. 1833.
   — Paper upon marine Noctilucae. Ibid. Part V, p. 51. 1837. Ein Auszug erschien in: Isis von Oken, p. 918. 1841.
2. Bory de St. Vincent, Voyage dans les quatre principales iles des mers d'Afrique fait pendant les années 1801 et 1802. Paris 1804. Bd. I, p. 107. Atlas Fig. 2, Tafel VI.
3. Brandt, Ueber Anpassungserscheinungen und Art der Verbreitung von Hochseethieren. Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. I A. 1892.
4. Chun, Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. Biblioth. zool. Heft I. 1888.
5. Herdman, Report upon the Tunicata collected during the voyage of Challenger during the years 1873—1876. Part III. In: The Voyage of Challenger. Vol. 27. 1888.
6. Huxley, Observations upon the anatomy and physiology of Salpa and Pyrosoma. Philosoph. Transact. 1851, p. 580.
7. — On the anatomy and development of Pyrosoma. Transact. Linn. Societ. Vol. 23, p. 193. 1860.
8. Joliet, Remarques sur l'anatomie du Pyrosome. Compt. rend. T. 92. 1881.
9. — Études anatomiques et embryogéniques sur le *Pyrosoma giganteum*. Paris 1888.
10. Keferstein und Ehlers, Zoologische Beiträge, gesammelt im Winter 1859—1860 in Neapel und Messina. IV. Bemerkungen über die Anatomie von Pyrosoma, p. 72. 1861.
11. Kowalevsky, Ueber die Entwickelungsgeschichte der Pyrosoma. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XI. 1875.
12. Lahille, Recherches sur les Tuniciers des cotes de France. Toulouse 1890.
13. Lesueur, Mémoire sur quelques nouvelles espèces d'animaux mollusques et radiaires recueillis dans la Méditerranée près de Nice. Nouv. Bull. d. Scienc. p. l. Société Philom., T. 3, p. 281, Fig. 2, Tafel V. Paris, Juin 1813.
14. — Mémoire sur l'organisation des Pyrosomes, et sur la place qu'ils semblent devoir occuper dans une classification naturelle. Bull. d. Scienc. de la Société Philom. Paris 1815, p. 70, Fig. 1—15, Tafel I. Ferner (mit denselben Abbildungen und etwas ausführlicherem Texte) in: Journal de Physique, de Chimie et d'hist. natur. T. 80, p. 413—423. 1815.
15. Salvatore Lo Bianco, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. Mitth. d. zoolog. Station Neapel, Bd. 8, p. 427. 1888.
16. Meyen, Ueber das Leuchten des Meeres. Acta Acad. Leopoldino-Carolinae. Vol. 16, Suppl. 1834.
   — Reise um die Erde. III. Zoolog. Bericht, p. 274 und fg. Auszug in: Arch. f. Naturg., Bd. I, p. 310. 1835.
17. Milne-Edwards, La circulation du sang chez les Pyrosomes. Compt. rend., T. X, 1840, p. 284. Annal. d. Scienc. natur. 2 Sér., T. 12 (Zool.), p. 375. 1839.
18. Moseley, Notes by a naturalist on the Challenger, p. 574. London 1879.
19. Panceri, Gli organi luminosi e la luce dei pirosomi. Rendiconto dell' Accad. delle Scienze fis. e mat. Anno XI, p. 43—49. Napoli 1872.
   — Gli organi luminosi e la luce dei pirosomi e delle foladi. Atti dell' Accad. delle Scienze fis. e matem. Vol. 5. 1873.
20. Pavesi, Intorno alla circulazione del sangue nel Pyrosoma, studiata specialmente negli embryoni. Rendiconto dell' Accad. d. Sc. fis. e mat. Anno XI, p. 25—33. Napoli 1872.

21. Péron, Mémoire sur le nouveau genre Pyrosoma. Annales du Muséum nat. d'hist. natur., T. IV, 1804, p. 437.
22. — Voyage de découvertes aux terres Australes, pendant les années 1800—1804. Paris 1807—1810. T. I. Atlas, Fig. 1, 4, Tafel 30; Fig. 3, Tafel 31.
23. Perrier, Les explorations sous-marins, p. 229. Paris 1886.
24. Quoy et Gaimard, in: Freycinet, Voyage autour du monde, fait par ordre du roi sur les corvettes l'Uranie et la Physicienne, pendant les années 1817—1820. Zoologie. Paris 1824, p. 514. Fig. 1, Tafel 75.
25. Salensky, Beiträge zur Embryonalentwicklung der Pyrosomen. Zool. Jahrb. IV, p. 424—477, Bd. V, p. 1—98.
26. Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. II. Part, I. Fasc. Paris 1816. II. Mém. Observations sur les Alcyons à deux oscules apparens, sur les Botrylles et sur les Pyrosomes. Lues le 1er mai 1815.
27. Schmidtlein, Vergleichende Uebersicht über das Erscheinen grösserer pelagischer Thiere während der Jahre 1875 bis 1877. Mitth. d. zoolog. Station Neapel, Bd. I. 1879.
28. — Vergl. Uebers. üb. d. Ersch. gr. pelag. Thiere und Bemerkungen über Fortpflanzungsverhältnisse einiger Seethiere im Aquarium. Ibid. Bd. II, p. 164. 1880.
29. Seeliger, Die Entstehung des Generationswechsels der Salpen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 22. 1888.
30. — Zur Entwicklungsgeschichte der Pyrosomen. Jenaische Zeit. f. Naturw. Bd. 23. 1889.
31. — Ueber die erste Bildung des Zwitterapparates in den jungen Pyrosomenstöcken. Festschrift für R. Leuckart. 1892.
32. — Einige Beobachtungen über die Bildung des äusseren Mantels der Tunicaten. Zeit. f. wiss. Zoologie. Bd. 56. 1893.
33. Ussoff, Beiträge zur Kenntniss der Organisation der Tunicaten. Mém. Societ. imp. des Scienc. natur. de Moscou. T. 18. 1876. (Russisch!)
34. Vogt, Ocean und Mittelmeer. Bd. 2, p. 59—66. 1848.
35. — Zoologische Briefe. Naturgeschichte der lebenden und untergegangenen Thiere. Bd. I, p. 267. 1851.
36. — Recherches sur les animaux inférieurs de la Mediterranée. II. Mém. Sur les Tuniciers nageants de la mer de Nice. Mém. de l'Institut Genevois T. II. 1854.

---

37. Boguslawski, Handbuch der Oceanographie. Bd. I. 1884. Bd. II von Krümmel. 1887.
38. Die Forschungsreise S. M. S. Gazelle. Bd. III, Zoologie von Studer. Berlin 1889.
39. Krümmel, Reisebeschreibung d. Plankton-Expedition. 1892.
40. — Geophysikalische Beobachtungen der Plankton-Expedition. 1893.
41. Hensen, Methodik der Untersuchungen bei der Plankton-Expedition. 1895.

Tafel-Erklärung.

Sämmtliche Abbildungen sind mit der Camera lucida entworfen worden. Die angewendeten Vergrösserungen sind in der Erklärung für jede Figur angegeben. Die in der Tafel-Erklärung für die Abbildungen ganzer Ascidiozooide in Klammern beigefügten Zahlen bedeuten die natürliche Grösse der Principalaxe.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung.

Um die Orientirung zu erleichtern sind in mehreren Abbildungen die verschiedenen Körperseiten mit grossen lateinischen Buchstaben bezeichnet, und zwar bedeuten:

D = Dorsal.
L = Links.
R = Rechts.
V = Ventral.
a = Aeussere Wand der Peribranchialräume und der Kloake.
af = After.
b = Innere Wand der Peribranchialhöhle.
bb = Blutbahnen, Lückenräume der primären Leibeshöhle in der Gallerte.
bz = Blutzellen.
c = Aeusserer Cellulosemantel.
di = Darmumspinnende Drüse.
dic = Der in den Magen mündende Kanal dieser Drüse.
dm = Dorsale Mesenchymzellgruppe oder blutbildendes Organ (Ehlers' länglicher Körnerhaufen).
e = Egestionsöffnung.
eb = Eläoblast.
ec = Ektodermales Hautepithel.
ed = Enddarm.
ef = Endostylfortsatz, der in das Entodermrohr des Stolo prolifer übergeht.
el = Eileiter.
en = Entodermepithel des Schlundes, Kiemendarmes und Verdauungstraktus.
es = Endostyl.
esd = Dorsalstreifen, *esm* = Mittelstreifen, *esmd* = Medianstreifen } des Endostyls.
esv = Ventralstreifen, *esz* = Dorsale Zwischenstreifen, esz_1 = Ventrale Zwischenstreifen } des Endostyls.
f = Follikel des Eies.
fb = Flimmerbogen.
fg = Flimmergrube, sog. Hypophysis.
fk = Medianer Flimmerstreifen oder Flimmerkamm auf der hinteren Kiemendarmwand.
fl = Längsflimmerbänder an den Seiten des Endostyls, auf den Höhen der Bauchfalten.
g = Ganglion.
h = Hoden.
hf = Follikuläre Wand der Hodenlappen.
hz = Herz.
i = Ingestionsöffnung.
it = Intestinum.
kd = Kiemendarm.
kl = Kloake des Einzelthieres.
kl_1 = Gemeinsamer Kloakenraum des Stockes.
kr = Mundkrause, halskrausenförmige Verdickung des Schlundepithels am Mundeingang.
ks = Kiemenspalten.
l = Primäre Leibeshöhle.
lb = Blutbahnen in den Längsfalten des Kiemendarmes.
lf = Längsfalten des Kiemendarmes.
lm = Leuchtorgan, laterale Mesenchymzellengruppe (Ehlers' linsenförmiger Körnerhaufen).
m = Magen.

mb = Kloakalmuskeln, die paarigen Muskelbänder an der Kloakenwand.
me = Muskel (Sphinkter) der Egestionsöffnung.
mf = Mantelfaserzüge zwischen den Enden der Kloakalmuskeln.
mg = Mantelgefässe.
mi = Muskel (Sphinkter) der Ingestionsöffnung.
mm = Mantelzellen.
mz = Mesenchymzellen, Blut- und Bindegewebszellen; Muskelzellen.
n_1—n_8 = Die 8 dem Ganglion entspringenden Nervenpaare.
o = Ei.
oc = Auge.
oe = Oesophagus.
p = Pylorus.
pb = Peribranchialräume.
pk = Perikardium.
qb = Quer zwischen den Kiemenspalten verlaufende Blutbahnen.
rm = Ringmuskelzüge um den Schlund.
rz = Rückenzapfen.
r_1m = Radiärmuskelfasern am cirkumoralen Schlundepithel.
sd = Subneuraldrüse, sog. Hypophysisdrüse.
sl = Samenleiter.
st = Stolo resp. Knospen.
tr = Trabekel im Peribranchialraum.
vt = Ventraltentakel.
z = Anlage des Zwitterapparates vor der Theilung in Hoden und Ovarium.

Tafel I.

Pyrosoma giganteum Lesueur.

Fig. 1. Geschlechtsreifes Thier aus dem Hinterende einer 10 cm langen Kolonie von links gesehen (8 mm). $\frac{19}{1}$.
Fig. 2. Die Ingestionsöffnung desselben Individuums bei stärkerer Vergrösserung. $\frac{120}{1}$.
Fig. 3. Altes Thier aus der Mitte eines 19 cm langen Stockes. Die aus dem Ei stammende Tochterkolonie von 4 Ascidiozooiden ist bereits ausgeschlüpft, der Hoden dagegen bleibt in Thätigkeit. (16 mm) $\frac{9}{1}$.
Fig. 4. Schnitt durch den Rand der Ingestionsöffnung eines etwa gleich alten Thieres wie das in Fig. 1 abgebildete. $\frac{145}{1}$.
Fig. 5. Schnitt durch die Mitte der halbgeschlossenen Ingestionsöffnung eines gleich alten Thieres. $\frac{145}{1}$.
Fig. 6. Schnitt durch die Mitte der geöffneten Ingestionsöffnung eines fast gleich alten Thiers. $\frac{145}{1}$.
Fig. 7. Schnitt durch den Kloakenmuskel eines etwas jüngeren Thieres. $\frac{540}{1}$.
Fig. 8. Dorsalende des linken Kloakenmuskels eines ganz jungen Thieres, dessen Ei noch nicht die Reife erlangt hat. $\frac{350}{1}$.
Fig. 9. Zellen aus dem äusseren Cellulosemantel desselben Individuums. $\frac{540}{1}$.
Fig. 10. Die Ingestionsöffnung eines geschlechtsreifen Thieres (etwas älter als Fig. 1) im geschlossenen Zustand von innen gesehen. $\frac{120}{1}$.
Fig. 11. Schnitt durch die Egestionsöffnung eines etwas jüngeren Thieres als das in Fig. 1 abgebildete. $\frac{95}{1}$.
Fig. 12. Stück aus einem Nachbarschnitt derselben Serie bei stärkerer Vergrösserung. $\frac{230}{1}$.
Fig. 13. Stück des Flimmerbogens eines ganz jungen, noch nicht geschlechtsreifen Thieres bei Flächenansicht. $\frac{350}{1}$.
Fig. 14. Querschnitt durch den Flimmerbogen eines gleich alten Thieres. $\frac{350}{1}$.
Fig. 15. Knospungsregion und Geschlechtsapparat des ältesten Individuums einer Kette von 5 Thieren. $\frac{145}{1}$.

Tafel II.

Pyrosoma giganteum Lesueur.

Fig. 1. Aus einem frontalen Längsschnitt durch ein altes Thier; ein Stück des Kiemenkorbes und Peribranchialraumes. $\frac{540}{1}$.
Fig. 2. Aus derselben Serie ein Schnitt durch den Kiemenkorb; durch eine Längsfalte des letzteren geführt. $\frac{230}{1}$.
Fig. 3. Stück der Wand einer Kiemenspalte bei Flächenansicht. $\frac{760}{1}$.
Fig. 4. Ein den Peribranchialraum durchsetzender Trabekel. $\frac{540}{1}$.
Fig. 5. Stück des Kiemenkorbes von innen gesehen. $\frac{1050}{1}$.
Fig. 6. Flächenansicht eines abnormal gebildeten Theiles eines Kiemenkorbes. Eine der stets die ganze Breite einnehmenden Kiemenspalten ist in zwei gesonderte zerfallen. $\frac{120}{1}$.

Fig. 7. Die Region der Flimmergrube aus einem frontalen Längsschnitt durch ein altes Thier. $\frac{3}{1}\frac{5}{0}$.

Fig. 8. Querschnitt durch Ganglion und Flimmergrube eines ganz jungen Thieres. $\frac{4}{1}\frac{0}{5}$.

Fig. 9. Die Region des Ganglions und der Flimmergrube eines alten Thieres von links gesehen. $\frac{1}{1}\frac{4}{5}$.

Fig. 10. Die Ganglionregion von innen gesehen. $\frac{1}{1}\frac{7}{5}$.

Fig. 11. Die darmumspinnende Drüse eines geschlechtsreifen Thieres. $\frac{1}{1}\frac{4}{5}$.

Fig. 12. Querschnitt durch eine Längsfalte des Kiemenkorbes mitten zwischen zwei Spalten geführt. $\frac{5}{1}\frac{4}{0}$.

Fig. 13 und 14. Zwei Querschnitte durch eine Längsfalte der Kieme eines anderen Thieres. $\frac{5}{1}\frac{4}{0}$.

In Fig. 13 ist dieselbe Stelle wie in der vorhergehenden Figur getroffen.

Fig. 14 zeigt die Falte in der Höhe einer Kiemenspalte durchschnitten.

Fig. 15. Querschnitt durch einen Rückenzapfen. Aus derselben Serie wie Fig. 7. $\frac{4}{1}\frac{0}{5}$.

Fig. 16 und 17. Zwei Schnitte durch einen Rückenzapfen. Aus derselben Serie wie Fig. 1 und 2. $\frac{2}{1}\frac{3}{0}$.

Fig. 18. Die Region des Verdauungstraktus aus einem frontalen Längsschnitt durch ein ganz junges, noch nicht geschlechtsreifes Thier (etwas älter als das in Fig. 15, Tafel I abgebildete). $\frac{2}{1}\frac{3}{0}$.

* Die wahrscheinliche Vereinigungsstelle der beiden ursprünglich getrennten Peribranchialröhren des Stolos.

Fig. 19. Querschnitt durch den Endostyl eines alten Thieres (gleichalterig mit dem in Fig. 1, Tafel 1 abgebildeten). $\frac{2}{1}\frac{3}{0}$.

Tafel III.

Pyrosoma atlanticum Péron. Variet. *tuberculosum.*

Fig. 1. Eines der entwickeltsten Thiere aus dem basalen Abschnitt eines $5^1/_2$ cm langen Stockes (5·5 mm). $\frac{1}{1}\frac{4}{0}$.

Fig. 2. Hinterende eines ungefähr gleich alten Ascidiozooids aus demselben Stocke bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet. $\frac{3}{1}\frac{8}{0}$.

Fig. 3. Die Ingestionsöffnung eines gleich alten Ascidiozooids im geöffneten Zustande von vorn gesehen. $\frac{5}{1}\frac{2}{0}$.

Fig. 4. Ein junges Ascidiozooid aus demselben Stocke (2·2 mm). $\frac{3}{1}\frac{8}{0}$.

Fig. 5. Ventrales Ende des linken Kloakenmuskels eines alten Ascidiozooids desselben Stockes und Faserstränge des Mantels, die die Verbindung mit den benachbarten Einzelthieren herstellen. Es sind nur die Endstücke der Stränge eingezeichnet worden. Ansicht vom hinteren Körperende aus. $\frac{1}{1}\frac{4}{5}$.

Fig. 6. Oberflächlich liegende Mantelzellen aus einem der grössten Ascidiozooide desselben Stockes. $\frac{1}{1}\frac{9}{5}$.

Fig. 7. Stück derselben Kolonie von innen gesehen, um die Verbindungsweise der Einzelthiere durch die Mantelfaserstränge zu zeigen. $\frac{8}{1}$.

Pyrosoma atlanticum Péron. Variet. *levatum.*

Fig. 8. Abnormal gebildetes Vorderende des Kiemendarmes eines ganz entwickelten Ascidiozooids aus einem alten Stock. Theilung einer Kiemenspalte in zwei. Exemplar des Berliner Museums. $\frac{5}{1}\frac{2}{0}$. Nachher etwas verkleinert.

Fig. 9. Einzelthier aus einem jungen 11 mm langen Stocke (2 mm). $\frac{1}{1}\frac{6}{0}$.

Fig. 10. Hinterende eines anderen Ascidiozooids aus demselben Stocke bei stärkerer Vergrösserung. $\frac{3}{1}\frac{8}{0}$.

Fig. 11. Eines der grössten Ascidiozooide aus einem 5 cm langen Stock (4 mm). $\frac{1}{1}\frac{6}{0}$.

Fig. 12. Mundregion eines gleichentwickelten Ascidiozooids aus demselben Stock. Ca. $\frac{5}{1}\frac{0}{0}$.

Fig. 13. Mantelgefäss eines anderen Ascidiozooids aus demselben Stock. $\frac{1}{1}\frac{4}{5}$.

Tafel IV.

Pyrosoma minimum nov. spec.

Fig. 1. Ascidiozooid aus der Mitte des Stockes von links gesehen (1·2 mm). $\frac{5}{1}\frac{2}{0}$.

Fig. 2. Hinterende eines anderen Ascidiozooids bei etwas stärkerer Vergrösserung. $\frac{7}{1}\frac{0}{0}$.

Pyrosoma giganteum Lesueur.

Fig. 3. Eines der vier ältesten Ascidiozooide an der Spitze eines $8^1/_2$ mm langen Stockes, der aus 3 Etagen bestand (2·6 mm). 13. I. 1887 in 300 m Tiefe bei Capri gefischt. Ich verdanke diesen Stock Prof. Chun. $\frac{1}{1}\frac{6}{0}$.

Fig. 4. Hinterende eines anderen Ascidiozooids desselben Stockes bei stärkerer Vergrösserung. $\frac{3}{1}\frac{8}{0}$.

Pyrosoma atlanticum Variet. *levatum.*

Fig. 5. Axialer Längsschnitt durch das Basalende einer jungen 3 cm langen Kolonie mit herausgestülptem Diaphragma. $\frac{16}{1}$.

Pyrosoma aherniosum nov. spec.

Fig. 6. Schematische Darstellung der Ascidiozooidenstellung eines 10 mm langen Stöckchens von der Spitze aus gesehen. Die Stockbildung ging von drei Primärascidiozooiden aus, die, an der Spitze liegend, als die grössten die erste Etage bilden (I). In der zweiten Etage (II) und in der dritten (III) liegen je 6 Einzelthiere.

Fig. 7. Junge 9 mm lange Kolonie, deren Ascidiozooide in drei Etagen angeordnet waren, von der Spitze aus gesehen. Länge der vier ersten Ascidiozooide ca. 4·5 mm. $\frac{8}{1}$.

Fig. 8. Dieselbe Kolonie in seitlicher Ansicht. $\frac{8}{1}$.

Fig. 9. Ganz junge Kolonie von 2 mm Durchmesser. Eines der vier ersten Ascidiozooide ist rückgebildet worden. Jugendstadium ähnlicher Stöcke, deren Bau in Fig. 6 schematisch dargestellt ist. $\frac{27}{1}$.

Fig. 10. Dieselbe Kolonie vom Basalende gesehen; bei etwas stärkerer Vergrösserung. $\frac{38}{1}$.

Fig. 11. Junge $2^3/_4$ mm lange, $3^1/_2$ mm im Durchmesser messende Kolonie in seitlicher Ansicht. Ca. $\frac{19}{1}$.

Tafel V.

Pyrosoma aherniosum nov. spec.

Fig. 1. Ascidiozooid aus der Mitte eines 24 mm langen Stockes (4·5 mm). $\frac{25}{1}$.

Fig. 2. Eines der am äussersten basalen Ende gelegenen jungen Ascidiozooide desselben Stockes (1·45 mm). $\frac{46}{1}$.

Fig. 3. Optischer Längsschnitt durch das Basalende desselben Stockes. $\frac{10}{1}$.

Fig. 4. Frontaler Längsschnitt durch ein Ascidiozooid aus der Mitte desselben Stockes. Der rechte Peribranchialraum ist durch die aus dem Ei entstandene Tochterkolonie vollkommen erfüllt, der Kiemendarm bis auf einen feinen Spaltraum zusammengedrückt ($2^1/_2$ mm). $\frac{10}{1}$.

Fig. 5. Aus derselben Serie das vordere Ende des rechten Peribranchialraumes bei stärkerer Vergrösserung. $\frac{175}{1}$.

Fig. 6. Aus derselben Serie die Region der Ingestionsöffnung; nur die linke Hälfte ist gezeichnet worden. $\frac{270}{1}$.

Fig. 7. Optischer Schnitt durch die Ventralseite der Ingestionsöffnung eines ganz ausgebildeten Ascidiozooids, um den Ventraltentakel zu zeigen. $\frac{145}{1}$.

Fig. 8. Hinteres Körperende eines jungen 1·8 mm langen Ascidiozooids aus der Mitte eines 28 mm langen Stockes. $\frac{52}{1}$.

Fig. 9. Schnitt durch ein Stück der pigmentirten Ektodermwand aus einem erwachsenen Ascidiozooid desselben Stockes. $\frac{540}{1}$.

Fig. 10. Ektodermale Pigmentzelle bei Flächenansicht; aus derselben Schnittserie. $\frac{540}{1}$.

Fig. 11. Frontaler Längsschnitt durch den Oesophagus eines der vier ältesten Ascidiozooide aus einer 24 mm langen Kolonie. $\frac{145}{1}$.

Tafel VI.

Pyrosoma aherniosum nov. spec.

Fig. 1. Vorderes Ende eines abnormal gestalteten Kiemendarmes eines erwachsenen Ascidiozooids. Einschiebung neuer Kiemenspalten zwischen den alten. Das Thier entstammt demselben Stock wie Fig. 1—6, Tafel V. $\frac{60}{1}$.

Fig. 2. Stück aus dem Kiemenkorbe eines erwachsenen Ascidiozooids. $\frac{540}{1}$.

Fig. 3. Stück aus einem Durchschnitt durch die Magenwand. $\frac{540}{1}$.

Fig. 4. Verschiedene Mantelzellen aus einer 28 mm langen Kolonie. $\frac{510}{1}$.

Fig. 5. Das Ventralende eines Kloakenmuskels aus einem frontalen Längsschnitt durch ein junges Ascidiozooid. $\frac{540}{1}$.

Fig. 6. Stück aus einem frontalen Längsschnitt durch den Kiemenkorb eines erwachsenen Ascidiozooids. $\frac{540}{1}$.

Fig. 7. Frontaler Längsschnitt durch das ventrale Hinterende eines jungen Ascidiozooids aus der zweiten Etage einer 17 mm langen Kolonie. Bildung des Herzens und Perikardiums. $\frac{270}{1}$.

Fig. 8. Zellgruppe aus dem dorsalen Zellhaufen oder blutbildenden Organ. $\frac{540}{1}$.

Fig. 9. Querschnitt durch ein Mantelgefäss im Diaphragma. $\frac{500}{1}$.

Fig. 10. Längsschnitt durch ein Mantelgefäss des Diaphragmas. $\frac{500}{1}$.

Fig. 11. Isolirte Muskelzelle aus einem Mantelgefäss. $\frac{800}{1}$.

Fig. 12. Aus einem frontalen Längsschnitt durch das Hinterende eines der vier ältesten Ascidiozooide einer 18 mm langen Kolonie. $\frac{70}{1}$.

Fig. 13. Frontaler Längsschnitt durch den hinteren Kiemendarm und den Eingeweideknäul eines ganz ausgebildeten Ascidiozooids einer 24 mm langen Kolonie. $\frac{95}{1}$.

Fig. 14. Ein Stück aus demselben Schnitt bei stärkerer Vergrösserung. $\frac{270}{1}$.

Fig. 15. Querschnitt durch den Kanal der darmumspinnenden Drüse aus derselben Schnittserie. $\frac{355}{1}$.

Fig. 16. Frontaler Längsschnitt durch die Eingeweide eines entwickelten Ascidiozooids aus einer 28 mm langen Kolonie. $\frac{145}{1}$.

Fig. 17. Die Mündungsstelle des Enddarmes in die Kloake aus derselben Schnittserie bei stärkerer Vergrösserung (11 Schnitte weiter dorsal zu). $\frac{230}{1}$.

Fig. 18. Querschnitt durch den Endostyl. $\frac{230}{1}$.

Fig. 19. Querschnitt durch ein Stück des Kiemenkorbes an der Uebergangsstelle einer Längsfalte in das die Kiemenspalte begrenzende Flimmerepithel. Dieses letztere erscheint im Flächenschnitt getroffen. $\frac{540}{1}$.

Fig. 20. Querschnitte durch zwei Längsfalten der Kiemendarmwand in der Höhe einer Kiemenspalte. $\frac{540}{1}$.

Fig. 21. Schematischer Querschnitt durch ein Pyrosoma-Ascidiozooid in der Region des Kiemenkorbes. Auf der linken Seite der Figur hat der Schnitt ein Quergefäss der ganzen Länge nach durchschnitten, auf der rechten geht er genau durch eine Kiemenspalte.

Tafel VII.

Uebersichtskarte über die Verbreitung, Zahl und die Species der auf der Plankton-Expedition gefangenen Pyrosomen.

Die Zahlen bedeuten die Anzahl der durch den betreffenden Netzzug gefangenen Stöcke. In Klammern beigefügt sind:

C = Cylindernetz.	*Tr* = Trawl.
P = Planktonnetz.	*V* = Vertikalnetz.

Da diese Netze sehr verschieden weite Oeffnungen besassen und ganz verschieden grosse Wasserschichten filtrirten, stellen die Zahlen keine genauen Vergleichsgrössen für das quantitative Vorkommen der Pyrosomen an den betreffenden Orten dar.

Die verschiedenen Species, die jeder Fang enthielt, sind dadurch gekennzeichnet, dass die Zahlen in verschiedener Weise unterstrichen wurden. Es bedeuten:

Schwarz { ——— = *Pyrosoma atlanticum* und *giganteum*.
Schwarz { ═══ = Unbestimmbare Jugendformen.
Roth { ——— = *Pyrosoma aherniosum*.
Roth { ═══ = *Pyrosoma minimum*.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Einleitung 3
A. Der Bau der Pyrosomen 5
I. Der äussere Cellulosemantel 5
1. Die Einzelthiere und der gemeinsame Cellulosemantel 5
2. Grundsubstanz und Mantelzellen 6
3. Die Mantelfortsätze 9
II. Das Ektoderm 11
1. Das Hautepithel 11
2. Das Epithel der Mundregion 12
3. Die Mantelgefässe 14
III. Das Nervensystem und die Sinnesorgane 16
1. Ganglion und Nerven 16
2. Die Flimmergrube 20
3. Die Subneuraldrüse 21
4. Das Sehorgan 22
IV. Das Entoderm 23
1. Das Entoderm des Schlundrohres und der Flimmerbogen 23
2. Der Kiemendarm 24
a. Die Kiemen 25
b. Der Endostyl 28
c. Die Dorsalwand des Kiemendarmes 31
d. Die Hinterwand des Kiemendarmes 31
3. Der Verdauungstraktus 32
4. Die darmumspinnende Drüse 34
V. Die Peribranchialräume und die Kloake 35
VI. Das Mesoderm und die primäre Leibeshöhle 37
1. Die Blut- und Bindegewebszellen 38
2. Das blutbildende Organ 39
3. Die Leuchtorgane 39
4. Die Muskulatur 42
VII. Das Herz und die Blutbahnen 47
VIII. Die Geschlechtsorgane 48
1. Das Ovarium 49
2. Der Hoden 52
B. Systematischer Theil 54
I. Geschichtlicher Ueberblick 54
II. Uebersicht über die Arten der Pyrosomen 58
1. *Pyrosoma atlanticum* Péron 58
a. *Pyrosoma atlanticum* var. *levatum* 58
b. *Pyrosoma atlanticum* var. *tuberculosum* 58

Seite

(2. *Pyrosoma elegans* Lesueur) 59
3. *Pyrosoma giganteum* Lesueur 61
4. *Pyrosoma spinosum* Herdman 62
5. *Pyrosoma minimum* nov. spec. 63
6. *Pyrosoma aherniosum* nov. spec. 64
C. Chorologie der Pyrosomen 68
I. Horizontale Verbreitung 68
II. Vertikale Verbreitung 73
III. Zeitliche Verbreitung 82
IV. Art der Vertheilung 84
Literatur-Verzeichniss 87
Tafel-Erklärung 89

Seeliger. Pyrosomen

Seeliger Dipsomed.

Fig. 1

Fig. 2.

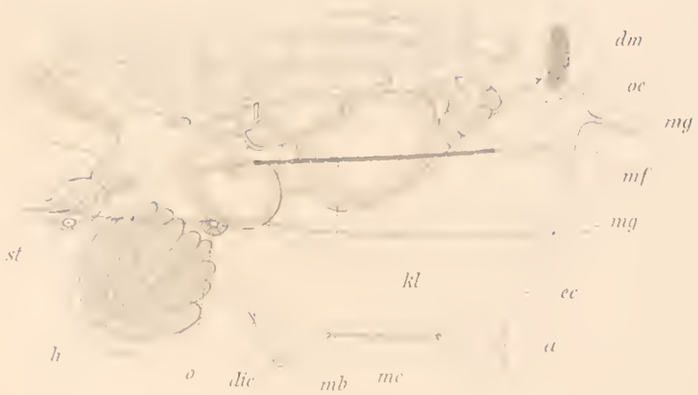


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 9.

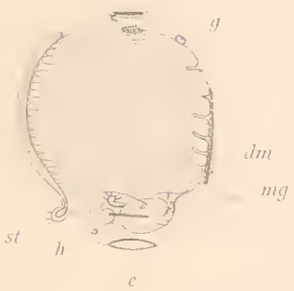


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

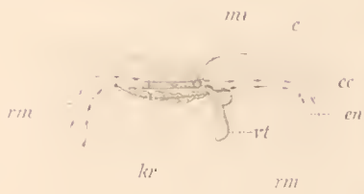


Fig. 8.

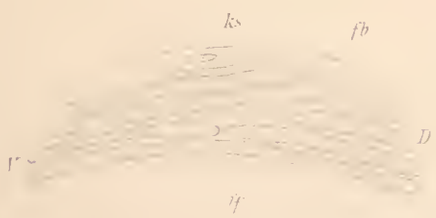


Fig. 13

4 1 8 5 10 2 12 6 13 11 7 3

Seeliger. Pyrosomen.

Fig. 1

Fig. 2

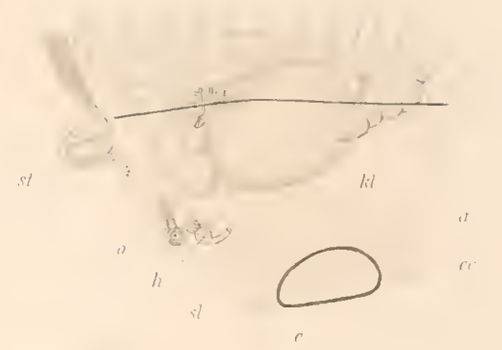


Fig. 3.

Fig. 4.

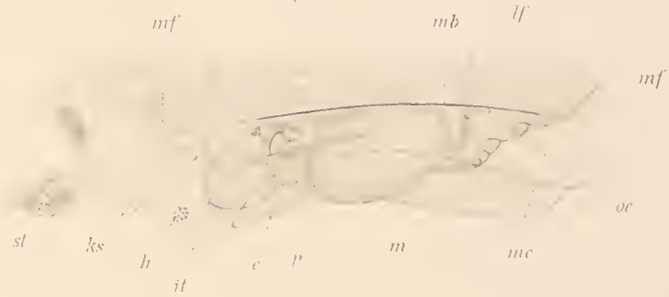


Fig. 5

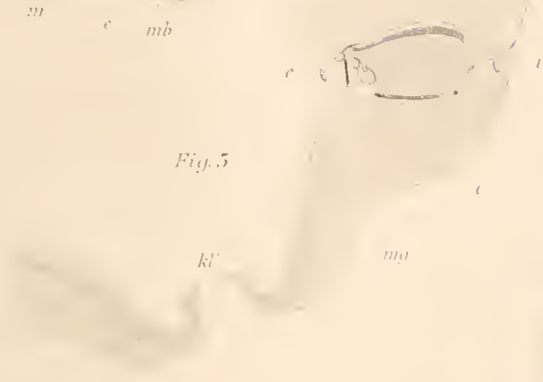


Fig. 7.

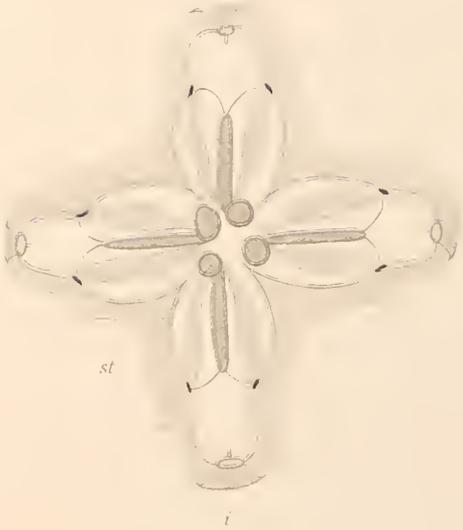


Fig 8

Fig. 6

Fig. 9

Fig. 10.

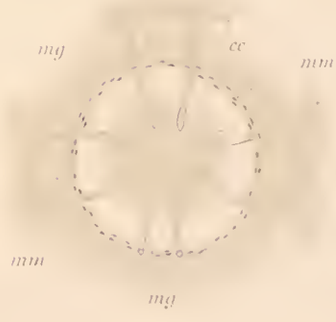
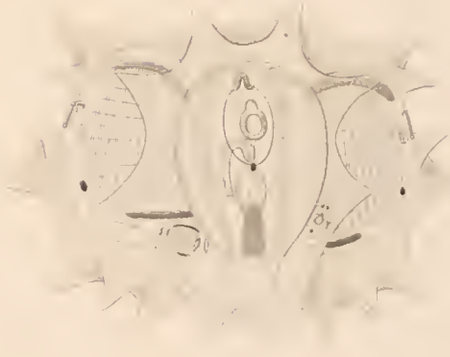


Fig. 11.



6 1 9 5 7 2 10 4 8 11 3

Seeliger. Pyrosomen

Fig. 1.

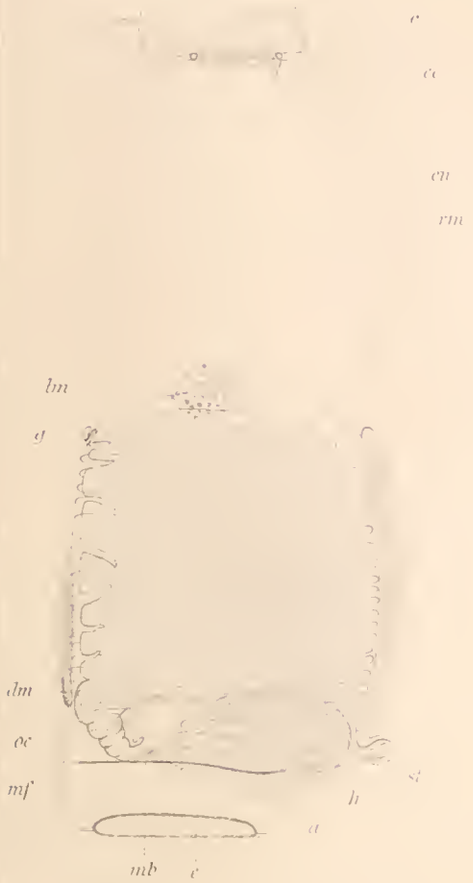


Fig. 2.

Fig. 3.

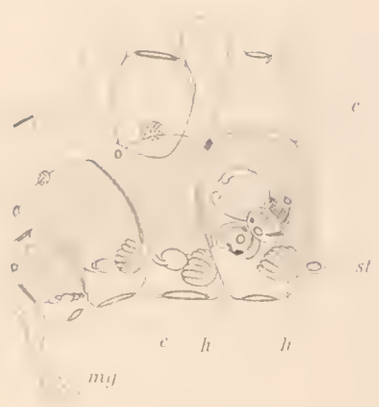


Fig. 4.

Fig. 5

Fig. 6.

Fig. 7.

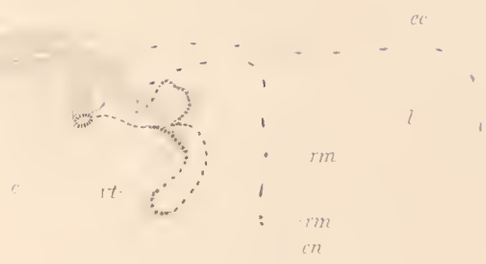


Fig. 8

Fig. 9.

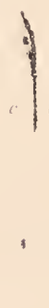
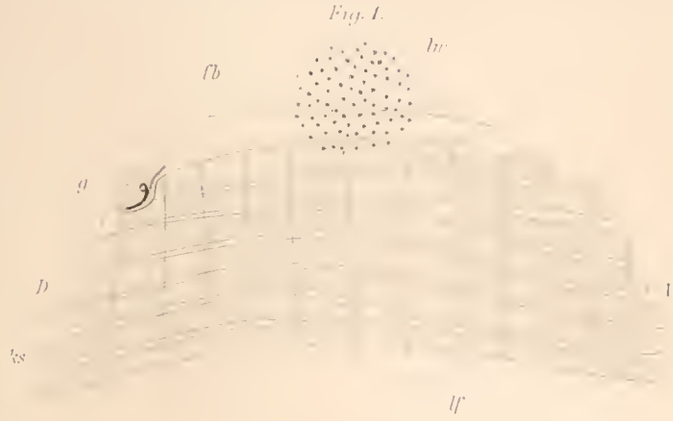


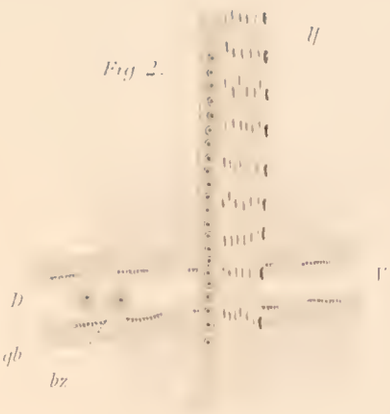
Fig. 10.

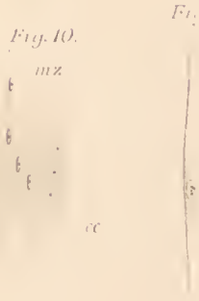
Fig. 11.

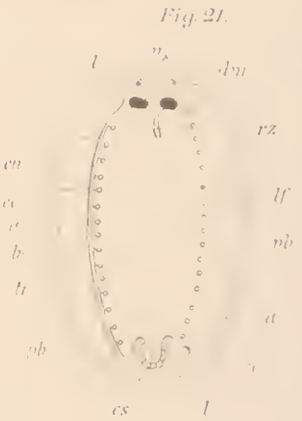
5 1 8 6 7 9 9 10 5 4 11

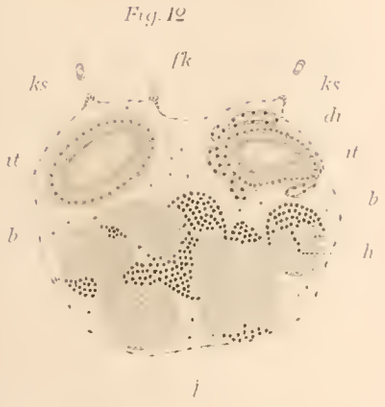
Seeliger. Pyrosomen

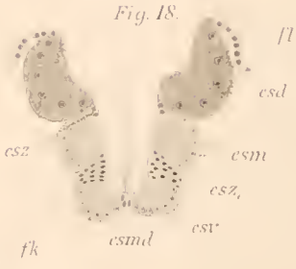


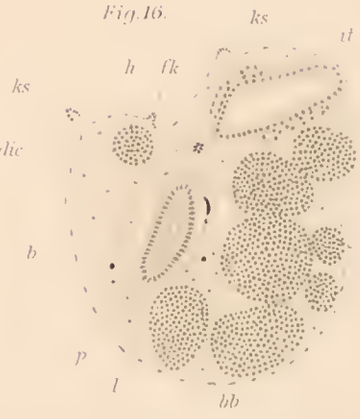












13 12 4 1 8 14 5 18 9 15 2 6 16 10 19 11 7 5 20 21 17

Sechger. Pyrosomen

Die Verbreitung und Zahl der PYROSOMEN der Plankton-Expedition

Die Zahlen bedeuten die Anzahl der gefangenen Stücke.
In Klammern beigefügt:
C = Cylindernetz
P = Planktonnetz
T = Treibnetz
Tr = Trawl
V = Vertikalnetz
Unterstrichen:
Pyrosoma giganteum u. atlanticum
" " obtusum
" " minimum
Unbestimmbare Jugendformen

Maßstab 1:31157000

Seemeilen

Kilometer

Fahrtlinie der Expedition

Verlag von Lipsius & Tischer - Kiel u. Leipzig.

Geograph. Anstalt von Wagner & Debes, Leipzig

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Herausgegeben von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Neue Folge. Band I, Heft 1. Gr. 4°. 404 Seiten mit 7 Tafeln und 41 Figuren im Text. Preis M. 30.—.

Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

I. Jahrgang 1871. Mit 1 Seekarte und 1 Tafel Abbildungen. 1873. Fol. (178 S.) M. 15.—.

II./III. Jahrgang 1872, 1873. Mit 1 Seekarte, 16 Kupfertafeln und 9 Karten zur Fischerei-Statistik. 1875. Fol. (380 S.) M. 40.—.

Sonderausgaben:

Physik des Meeres. Von Dr. A. Meyer. M. 6.—
Luft des Meerwassers. Von Dr. O. Jacobsen. . . . . » 2.—
Botanische Ergebnisse. Von Dr. O. Magnus. . . . . » 4.—
Zoologische Ergebnisse. Mit 6 Tafeln. » 20.—
Physikalische Beobachtungen. Von Dr. G. Karsten. . . . . M. 2.—
Befischung der deutschen Küsten. Von Dr. V. Hensen. . . . . » 10.—
Die Diatomaceen. Von Ad. Schmidt. 1. Folge. Mit 3 Kupfertafeln. . . . . » 4.—

IV.—VI. Jahrgang 1874, 1875, 1876. Mit 10 Tafeln und 1 graph. Darstellung. 1878. Fol. (294 und 24 S.) M. 36.—.

sowie die Fortsetzung davon unter dem Titel:

Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere, in Kiel.

Vierter Bericht für die Jahre 1877—1881.	1884. Fol. (382 S.)		M. 49.—
	I. Abtheilung	1882. (184 S.)	» 25.—
	II. »	1883. (128 S.)	» 12.—
	III. »	1884. (70 S.)	» 12.—
Fünfter Bericht für die Jahre 1885—1886.	1887. (158 S.)		» 25.—
Sechster Bericht für die Jahre 1887—1889.	1. Heft	1889. (101 S.)	» 12.—
» » » » » » »	2. »	1890. (46 S.)	» 5.—
» » » » » » »	3. »	1891.	» 10.—

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten.

Jährlich 12 Hefte. Quer-Folio. **Jahrgang 1873—1893.** à Jahrg. M. 12.—.

Atlas deutscher Meeresalgen

von **Professor Dr. Reinke** in **Kiel.**

1. Heft 1889. Fol. (54 S. und 54 Taf.) M. 30.—. **2. Heft, Lfg. 1 und 2, 1891.** Fol. (20 S. und 10 Taf.) M. 12.—. **2. Heft, Lfg. 3—5, 1892.** Fol. (15 S. und 15 Taf.) M. 18.—.

Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee.

Von **Dr. H. A. Meyer.**

Im Anschluss an die Abhandlung VII im IV.—VI. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere, in Kiel. 8. (20 S.) M. 1.—.

Gemeinfassliche Mittheilungen aus den Untersuchungen der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.

Herausgegeben im Auftrage des Königlichen Ministeriums für Landwirthschaft, Domänen und Forsten. Mit 1 lithographischen Tafel. 1880. 8. (56 S.) M. 1.50.

Die Fische der Ostsee.

Von **Dr. K. Möbius** und **Fr. Heincke.**

Mit Abbildungen aller beschriebenen Arten und einer Verbreitungskarte. 8. (206 S.) (Sonder-Abdruck aus dem IV. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere, in Kiel.) M. 5.—.

Untersuchungen über Enchytraeus Möbii Mich. und andere Enchytraeiden.

Von **Dr. W. Michaelsen.**

Preis M. 1.20.

Anatomisch-histologische Untersuchung von Nephthys coeca Fabr.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der Kieler Bucht von **Dr. Friedr. Schack.**

Preis M. 2.—.

Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel und Leipzig.

Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins und der benachbarten Gebiete. Bd. I, Heft 1 (1895). Preis M. 4.—.

Behla, Dr. **Robert,** Die Abstammungslehre und die Errichtung eines Institutes für Transformismus. Ein neuer experimenteller, phylogenetisch. Forschungsweg. $4^1/_4$ Bog. gr. 8°. Preis M. 2.—.

Fischer-Benzon, Professor Dr. **R. v.,** Altdeutsche Gartenflora. Untersuchungen über die Nutzpflanzen des deutschen Mittelalters, ihre Wanderung und ihre Vorgeschichte im klassischen Alterthum. $16^1/_2$ Bogen gr. 8°. Preis M. 8.—.

Haas, Dr. **Hippolyt J.,** Professor an der Universität Kiel, Die geologische Bodenbeschaffenheit Schleswig-Holsteins mit besonderer Berücksichtigung der eratischen Bildungen in ihren Grundzügen. Für die Gebildeten aller Stände gemeinfasslich dargestellt. Mit 31 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 3.—; gebunden M. 4.—.

— —, Beiträge zur Kenntniss der liasischen Brachiopodenfauna von Südtirol und Venetien, mit 4 lith. Tafeln. Preis M. 12.—.

— —, Warum fliesst die Eider in die Nordsee? Ein Beitrag zur Geographie und Geologie des Schleswig-Holsteinischen Landes. Mit einer Kartenskizze. Preis M. 1.—.

— —, Wandtafeln für den Unterricht in der Geologie und physischen Geographie. Vollständig in 5 Lieferungen à 10 Blatt. Preis à Lieferung M. 8.—.

Hensen, Victor, Professor in Kiel. Die Plankton-Expedition und Haeckel's Darwinismus. Ueber einige Aufgaben und Ziele der beschreibenden Naturwissenschaften. Mit 12 Tafeln. Preis M. 3.—.

Junge, Friedr., Hauptlehrer in Kiel, **Naturgeschichte.** Erster Theil: **Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft,** nebst einer Abhandlung über Ziel und Verfahren des naturgeschichtlichen Unterrichts. 2. verb. und verm. Aufl. Preis M. 2.80; gut geb. M. 3.60. Zweiter Theil: **Die Kulturwesen der deutschen Heimat.** Eine Lebensgemeinschaft um den Menschen. Erste Abtheilung: Die Pflanzenwelt. Preis M. 3.—; gut gebunden M. 3.80.

Karstens, Dr. **Karl, Eine neue Berechnung der mittleren Tiefen der Oceane** nebst einer vergleichenden Kritik der verschiedenen Berechnungsmethoden. Von der philosophischen Fakultät der Christian-Albrecht-Universität in Kiel mit dem neuschassischen Preise gekrönte Schrift. 2 Bogen und 27 Tafeln gr. 8°. Preis M. 2.—.

Knuth, Dr. **Paul,** Grundzüge einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt in Schleswig-Holstein. Gemeinfasslich dargestellt. Preis M. 1.20.

— —, Die Pflanzenwelt der nordfriesischen Inseln. Gemeinverständl. dargest. Preis M. 1.—.

— —, Geschichte der Botanik in Schleswig-Holstein. Theil I u. II compl. in 1 Bde. Preis M. 5.50.

— —, Blumen und Insekten auf den nordfriesischen Inseln. Mit 33 Holzschn. Preis M. 4.—.

— —, Grundriss der Blüten-Biologie. Zur Belebung des botanischen Unterrichts, sowie zur Förderung des Verständnisses für unsere Blumenwelt. Mit 36 Holzschnitten in 143 Einzelabbildungen. Preis geb. M. 1.50.

— —, Chr. Konr. Sprengel, Das entdeckte Geheimnis der Natur. Ein Jubiläums-Referat. 107 S. 8° mit 4 Tafeln. Preis M. 1.—.

— —, Blumen und Insekten auf den Halligen. (Bloemen en Insecten op de Halligen.) 31 S. mit 1 geologischen Karte der Halligen. Preis brosch. M. —.80.

— —, Ueber blütenbiologische Beobachtungen. 22 S. Gr. 8°. Mit 7 Figuren in 26 Einzelabbildungen. Preis M. —.80.

— —, Flora der nordfriesischen Inseln. X, 164 S. gr. 8° (1895). Preis M. 2.50.

— —, Weitere Beobachtungen über Blumen und Insekten auf den nordfriesischen Inseln. 33 S. gr. 8° (1895). Preis M. —.80.

Lehmann, Dr. **J.,** Prof. an der Universität Kiel, Mittheilungen aus dem mineralogischen Institut der Universität Kiel. Bd. I, Heft 1, Preis M. 4. Bd. I, Heft 2, Preis M. —.75. Bd. I, Heft 3, Preis M. 1.50. Bd. I, Heft 4, Preis M. 6.25.

— —, Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine mit besonderer Bezugnahme auf das sächsische Granulitgebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge und bairisch-böhmische Grenzgebirge. Mit 5 lithogr. Tafeln und 1 Atlas. Preis M. 75.—.

Schütt, Dr. **Franz,** Analytische Plankton-Studien. Ziele und Methoden der Plankton-Forschung. Preis M. 3.—.

— —, Das Pflanzenleben der Hochsee. Sonderabdruck aus Band I A der Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Mit einer Karte und zahlreichen Abbildungen im Text. Preis M. 7.—.

Druck von A. Hopfer in Burg.